



Univerzitet u Nišu  
Tehnološki fakultet u Leskovcu



**mr Nenad S. Ćirković, dipl. inž.**

**Analiza deformacionih karakteristika šavova u zavisnosti  
od strukturnih parametara primenjenih konaca i tkanina**

Doktorska disertacija

Leskovac, 2015.



University of Niš  
Faculty of Technology Leskovac



**Mr Sci. Nenad S. Ćirković**

**Analysis of deformation characteristics of stitches depending  
on the structural parameters of the applied thread and fabric**

PhD Thesis

Leskovac, 2015.

## **Podaci o mentoru i članovima komisije**

Mentor:

Prof. dr Jovan Stepanović,  
Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet - Leskovac

Članovi komisije:

Dr Dušan Trajković, van. prof., predsednik  
Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet - Leskovac

Prof. dr Koleta Zafirova, član  
Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij" u Skoplju, Tehnološko-metalurški fakultet - Skoplje

Prof. dr Miodrag Stamenković, član  
Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet - Leskovac

Prof. dr Vasilije Petrović, član  
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" - Zrenjanin

Datum odbrane: \_\_\_\_\_

## **Analiza deformacionih karakteristika šavova u zavisnosti od strukturnih parametara primenjenih konaca i tkanina**

### **Rezime**

Proizvodnja odeće odgovarajućeg kvaliteta, niske cene i povećane produktivnosti je uslovljena pravilnim definisanjem brojnih parametara procesa proizvodnje. Poznavanjem uzajamne povezanosti strukturnih i mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova obezbedili bi se uslovi za definisanje optimalnih parametara proizvodnje odeće.

Prilikom eksploatacije, odeća je izložena različitim uticajima a naročito naprezanjima. Ta naprezanja u mnogome zavise od pokreta tela, kroja odevnog predmeta, načina izrade, materijala i dr. Prevelika naprezanja mogu dovesti do oštećenja ili deformacija odeće koja se najčešće javljaju na materijalima u predelu šava, na šavu a ređe na samom materijalu.

Mehaničke karakteristike šivenih šavova zavise od njihovih strukturnih rešenja, šivaćih konaca i tkanina, kao i od tehnoloških uslova procesa šivenja. Metode za ispitivanje se baziraju na ispitivanju i analizi prekidnih karakteristika šavova, smicanja niti tkanine ili kidanja konca u području šava (pri konstantnom jednosmernom opterećenju).

Na osnovu eksperimentalnih rezultata i teorijskih postavki postavljene su realne matematičke zavisnosti, kojima se mogu predvideti prekidne sile i sile na granici elastičnosti šivenih šavova. Prekidna sila šava (relativna) i sila na granici elastičnosti šava su prikazane u funkciji prekidne sile primenjenog konca za šivenje, gustine boda i koeficijenata korekcije koji uzimaju u obzir promene koje nastaju usled dinamičkog opterećenja materijala koji učestvuju u procesu šivenja.

Predložene jednačine se mogu koristiti za prognoziranje prekidne sile šavova i sile na granici elastičnosti, čime se pojednostavljuje i usavršava tehnička priprema proizvodnje odeće, ostvaruje ušteda materijala i energije.

Ključne reči: šiveni šav, šivaći konac, tkanina, prekidna sila, deformacione karakteristike, granica elastičnosti.

Naučna oblast: TEHNOLOŠKO INŽENJERSTVO

Uža naučna oblast: MEHANIČKA TEHNOLOGIJA TEKSTILA

UDK: 687.053.1



## **Analysis of deformation characteristics of stitches depending on the structural parameters of the applied thread and fabric**

### **Abstract**

Production of clothes of appropriate quality, low prices and increased productivity is conditioned by properly defined various parameters of the production process. By knowing the connections between structural and mechanical properties of sewing thread, fabric and seams, would be provided conditions for defining the optimal parameters of the production of clothing.

During exploitation, clothing is exposed to various influences and particularly stresses. These stresses are greatly affected by the movement of the body, cut off the garment, the method of production, materials and others. Too much stress can lead to damage or deformation of clothing which most often appear on the materials in the area of the seam, on the seam and rarely on the material itself.

Mechanical characteristics of sewn seams depends on their structural solutions, sewing thread and fabric, as well as the technological conditions of the process of sewing. Methods for testing are based on the examination and analysis of breaking characteristics of seams, shear of threads in fabric or thread tearing in the seam area (at constant one way load).

Based on the experimental results and theoretical assumptions were set realistic mathematical dependencies, by which can be predicted the tensile forces and forces on the limit of elasticity of sewn seams. The breaking force of the seam (relative) and the force on the limit of elasticity of seam are shown as a function of the applied tensile forces of sewing thread, density of stitch and coefficients of correction that takes into account the changes that occur due to dynamic loading of materials involved in the process of sewing.

The proposed equations can be used for predicting breaking force of seams and elastic forces on the limit of elasticity , thus simplifying and improving the technical preparation of clothes, saving materials and energy.

Keywords: sewn seam, sewing thread, fabric, breaking force, deformation characteristics, the elastic limit.

Scientific field of study: ENGINEERING TECHNOLOGY

Major area of study: MECHANICAL TECHNOLOGY OF TEXTILE

UDK: 687.053.1

## **Cilj rada**

Tekstilni materijali sa svojim strukturnim i mehaničkim karakteristikama, zavisno od uslova eksploatacije, zahtevaju posebnu pažnju pri projektovanju. Različita oblast primene tekstilnih materijala uslovljava i različite zahteve u pogledu njihovih svojstava, namene i mode od strane potrošača. Zbog toga projektovanje pređa, konca, tkanina, pletenina i odevnih proizvoda predstavlja složen zadatak jer se tekstilni materijali u osnovi razlikuju od drugih po tome što nemaju konstantni oblik, a imaju povećana relaksaciona svojstva. Analiziranjem karakteristika ovih materijala dolazi se do utvrđivanja zavisnosti između parametara strukture i njihovih fizičko-mehaničkih svojstava.

Da bi se mogla obezbediti proizvodnja odeće odgovarajućeg kvaliteta, minimalne cene koštanja i povećati produktivnost, pored brojnih parametara procesa proizvodnje, neophodno je da se pravilno definišu parametri strukture i konstrukcije šavova.

Postojeće metode u predviđanju - projektovanju i analizi karakteristika šavova, pre svega deformacionih i mehaničkih, ne daju dovoljno pouzdane rezultate. Iz tih razloga cilj ovog rada je da se one usavrše i postave nove, tako da budu primenljive u realnim uslovima proizvodnje odeće. Detaljnom analizom deformacionih karakteristika šavova, za spajanje delova odevnih predmeta od pamučnih tipova tkanina šivenjem, pojednostaviće se i usavršiti izbor šavova u zavisnosti od buduće namene odeće.

## **Sadržaj rada**

Doktorsku disertaciju čine nekoliko međusobno spojenih delova u jednu celinu.

Prvi deo rada je posvećen kratkom pregledu tehnološkog razvoja šivenja, materijalima za izradu odeće odnosno definisanju strukturnih i geometrijskih karakteristika tkanina i šivaćih konaca, vrstama šivenih šavova i bodova, načinu formiranja mašinskih bodova, uslovima formiranja bodova i uzajamnom delovanju radnih organa šivaćih mašina, šivaćih konaca i tkanina pri šivenju. Takođe su dati pokazatelji kvaliteta šivenjem spojenih delova odeće u kome se ističu mehanička svojstva šavova sa pregledom prekidnih i deformacionih karakteristika, modeli elastičnosti šavova pri zatezanju, metoda za određivanje mehaničkih karakteristika i deformacija - oštećenja šavova i analiza njihovog uticaja na kvalitet izrade odevnih predmeta.

U drugom delu rada dati su materijali za eksperimente (šivaći konci i tkanine), kao i njihovi rezultati provere karakteristika. Takođe je izvršen izbor šavova i bodova, šivaćih mašina i metoda izrade i analize šivenih šavova. Korišćenjem geometrijskog modela šava formirani su modeli za predviđanje prekidne sile šavova sašivenih na pamučnim tipovima

tkanina. Takođe je i analizirana povezanost prekidnih i deformacionih karakteristika šavova sa karakteristikama tkanina i konaca.

Treći deo predstavljaju eksperimentalno dobijeni rezultati i njihova analiza sa posebnim osvrtom na deformacione karakteristike šavova. Pri tome su analizirani različiti tipovi šavova (najviše u upotrebi) sa zrnčanim, lančanim i rubnim bodovima. Dobijeni rezultati će poslužiti za određivanje i dalju analizu deformacionih karakteristika šavova sašivenih na pamučnim tipovima tkanina određenih namena. Takođe je analizirana povezanost sila na granicama elastičnosti sa prekidnim karakteristikama šavova.

U poslednjem delu dati su zaključci o postignutim rezultatima problema, kao i planiranje daljih istraživanja u pravcu usavršavanja metoda za analizu deformacionih karakteristika šavova.

### **Naučni doprinos**

Naučni doprinosi disertacije su:

- definisanje strukturnih i mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, pamučnih tipova tkanina i šavova, kao i korelacione zavisnosti između njih,
- usavršavanje metoda za određivanje prekidnih karakteristika šavova,
- definisanje deformacionih karakteristika šavova,
- razvijanje metode za projektovanje (predviđanje) deformacionih karakteristika šavova.

S obzirom na veoma složenu problematiku tehnološkog procesa šivenja, kao i opšte zahteve za šavove izrađene u procesima proizvodnje odeće, ovo istraživanje treba da doprinese daljem proučavanju uticaja različitih ulaznih parametara šivenja na karakteristike šavova, deformacionih karakteristika pamučnih tipova tkanina različitih namena i šivaćih konaca na deformacione karakteristike šavova na odevnim predmetima. Tako bi se našla optimalna rešenja prilagođena primenjenim materijalima, kao i zahtevima proizvedenog odevnog predmeta. Na taj način bi se pojednostavila tehnička priprema proizvodnje odeće i stvorili uslovi za isključivanje probnih serija.

Dobijeni rezultati će se moći koristiti za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

## Sadržaj

|                                                                                 | str. |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Uvod .....                                                                   | 1    |
| 2. Teorijski deo .....                                                          | 3    |
| 2.1. Ukartko o šivenju odeće i njegovom razvoju .....                           | 3    |
| 2.2. Materijali za izradu odeće .....                                           | 5    |
| 2.2.1. Kvalitet tkanina za izradu odeće .....                                   | 5    |
| 2.2.1.1. Struktura gotove tkanine .....                                         | 7    |
| 2.2.2. Konac za šivenje .....                                                   | 8    |
| 2.2.2.1. Struktura i svojstva šivaćih konaca .....                              | 11   |
| 2.3. Vrste šivenih šavova i bodova .....                                        | 13   |
| 2.3.1. Šiveni šavovi .....                                                      | 13   |
| 2.3.2. Šivaći bodovi .....                                                      | 15   |
| 2.4. Formiranje mašinskih bodova i šavova .....                                 | 17   |
| 2.4.1. Vrste šivaćih mašina i njihov izbor .....                                | 17   |
| 2.4.2. Način formiranja boda .....                                              | 19   |
| 2.4.3. Uslovi formiranja bodova .....                                           | 21   |
| 2.4.3.1. Probijanje materijala šivaćom iglom .....                              | 22   |
| 2.4.3.2. Provlačenje konca kroz materijal .....                                 | 23   |
| 2.4.3.3. Oblikovanje petlje .....                                               | 25   |
| 2.4.3.4. Analiza sila zatezanja konca pri formiranju zrnčanih bodova .....      | 26   |
| 2.4.3.5. Analiza sila zatezanja konca pri formiranju lančanih bodova .....      | 27   |
| 2.4.3.6. Dodavanje materijala .....                                             | 29   |
| 2.5. Kvalitet spojenih delova odeće .....                                       | 30   |
| 2.5.1. Mehanička svojstva šavova .....                                          | 32   |
| 2.5.1.1. Poluciklične prekidne karakteristike .....                             | 32   |
| 2.5.1.1.1. Jednoosno zatezanje (naprezanje) šavova .....                        | 33   |
| 2.5.1.1.2. Modeli elastičnosti šavova pri zatezanju .....                       | 36   |
| 2.5.1.1.3. Dvoosno zatezanje šavova .....                                       | 40   |
| 2.5.1.1.4. Prostorno zatezanje šavova .....                                     | 41   |
| 2.5.1.1.5. Poluciklične neprekidne karakteristike .....                         | 42   |
| 2.5.1.2. Jednociklične karakteristike .....                                     | 43   |
| 2.5.1.3. Višeciklične karakteristike .....                                      | 45   |
| 2.5.1.4. Predviđanje prekidne sile šava .....                                   | 47   |
| 2.5.1.5. Ispitivanje mehaničkih karakteristika šavova .....                     | 49   |
| 2.5.1.5.1. Pregled metoda za određivanje mehaničkih karakteristika šavova ..... | 52   |

|          |                                                                                                                      |     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.5.2.   | Ostale karakteristike šava .....                                                                                     | 56  |
| 2.6.     | Nastanak deformacije materijala prilikom šivenja .....                                                               | 57  |
| 2.7.     | Faktori koji utiču na karakteristike, oštećenja i deformacije šavova .....                                           | 59  |
| 2.8.     | Pregled literature o karakteristikama šavova .....                                                                   | 60  |
| 3.       | Eksperimentalni deo .....                                                                                            | 64  |
| 3.1.     | Cilj i zadaci ispitivanja .....                                                                                      | 64  |
| 3.2.     | Primenjeni eksperimentalni materijali i metode ispitivanja .....                                                     | 64  |
| 3.2.1.   | Šivaći konci .....                                                                                                   | 65  |
| 3.2.2.   | Tkanine za šivenje .....                                                                                             | 65  |
| 3.2.3.   | Primenjeni tipovi šavova i bodova .....                                                                              | 66  |
| 3.2.4.   | Primenjene šivaće mašine .....                                                                                       | 68  |
| 3.2.5.   | Način pripreme uzoraka šavova .....                                                                                  | 70  |
| 3.2.6.   | Primenjene metode ispitivanja .....                                                                                  | 71  |
| 3.2.6.1. | Metode za ispitivanje šivaćih konaca i tkanina .....                                                                 | 71  |
| 3.2.6.2. | Metode ispitivanja karakteristika šavova .....                                                                       | 73  |
| 3.2.7.   | Uređaji - aparati za ispitivanje .....                                                                               | 74  |
| 3.2.8.   | Klimatski uslovi ispitivanja .....                                                                                   | 76  |
| 3.3.     | Rezultati ispitivanja šivaćih konaca i tkanina .....                                                                 | 76  |
| 3.4.     | Rezultati ispitivanja mehaničkih karakteristika šavova .....                                                         | 79  |
| 3.4.1.   | Uticaj vrste konca na mehaničke karakteristike šavova .....                                                          | 80  |
| 3.4.1.1. | Uticaj vrste konca na promenu prekidne sile šava .....                                                               | 81  |
| 3.4.1.2. | Uticaj vrste konca na promenu sile na granici elastičnosti šava .....                                                | 83  |
| 3.4.1.3. | Uticaj vrste konca na promenu rada sile do granice elastičnosti šava .....                                           | 85  |
| 3.4.2.   | Uticaj vrste tkanina na mehaničke karakteristike šavova .....                                                        | 87  |
| 3.4.3.   | Uticaj drugih faktora na karakteristike šavova .....                                                                 | 91  |
| 3.4.4.   | Promena ugla između pravca osnovnih žica tkanine i linije šivenja kao<br>faktor uticaja na karakteristike šava ..... | 93  |
| 3.4.5.   | Predviđanje relativne prekidne sile šava .....                                                                       | 97  |
| 3.4.6.   | Predviđanje relativne sile na granici elastičnosti šava .....                                                        | 103 |
| 3.4.7.   | Predviđanje rada sile do granice elastičnosti šava .....                                                             | 111 |
| 4.       | Zaključak .....                                                                                                      | 119 |
| 5.       | Literatura .....                                                                                                     | 123 |
| 6.       | Prilog .....                                                                                                         | 127 |

## 1. Uvod

Industrija odeće se značajno izmenila poslednjih godina zahvaljujući savremenoj nauci i tehnici. Kroz proteklo vreme, počev od industrijske revolucije pa na dalje, usavršavala se proizvodna tehnika šivaćih mašina, kako u povećanju radne brzine, tako i u prelazu od jednostavnih uređaja na savremene dodatne uređaje. Povećanju proizvodnje u odevnoj industriji, naročito primenom savremenih mašina, novih površinskih tekstilnih materijala i drugih pomoćnih proizvoda, kao i novih metoda dorade odevnih proizvoda, postavljaju se sve strožiji kriterijumi u pogledu definisanja pojedinih parametara procesa izrade proizvoda prema novim svojstvima materijala i primenjenih tehnika rada.

Izrada odevnog predmeta predstavlja složen proces koji obuhvata veliki broj operacija. One treba da budu takve da daju kvalitetan odevni proizvod koji će imati zadovoljavajuće estetske, mehaničke, eksploatacione i higijenske osobine. Da bi zadovoljio potrebe i zahteve potrošača, tehnolog u odevnoj industriji treba dobro da poznaje materijale koji se upotrebljavaju

za izradu odeće, njihove karakteristike i mogućnosti primene, trend mode, tehnologiju izrade, namenu i uslove eksploatacije odevnih predmeta.

Za dobijanje željenog kvaliteta odevnih proizvoda i ostvarivanje odgovarajuće produktivnosti potrebno je, između ostalog, da se nađu i optimalni parametri procesa šivenja.

Sastavljanje iskrojenih delova odevnih predmeta u gotov proizvod (u najvećem broju slučajeva) vrši se procesom šivenja korišćenjem šivaće igle i konca. Da bi se ovaj proces korektno ispunio šav mora imati takva svojstva koja odgovaraju karakteristikama tekstilnih materijala koji se šiju. Pored pravilno izabranog osnovnog materijala i konca za šivenje, treba odabrati i odgovarajuće ostale parametre. Na kvalitet šavova utiču: tipovi šivaćih bodova, tipovi šavova, gustina boda, brzina šivenja i dr.

Veliku ulogu u poboljšanju kvaliteta šivenja i proširenja asortimana odeće igraju novi materijali, kako osnovni, tako i pomoćni, koji imaju povećanu otpornost prema trenju, povećanu jačinu, veću postojanost prema atmosferskim dejstvima, malo gužvanje i skupljanje.

I struktura materijala (primenjena vrsta pređe za osnovu i potku, gustina žica, prepletaj i vrsta dorade) može u velikoj meri uticati na deformacije šavova pod dejstvom različitih opterećenja. Najčešće deformacije su smicanje žica osnove i potke u predelu šava, otvorenost šava, istezanje (rastezanje) konca u šavu i njegovo kidanje pod dejstvom opterećenja.

Različita oblast primene tekstilnih materijala uslovljava i različite zahteve u pogledu njihovih svojstava, namene i mode od strane potrošača. Zbog toga projektovanje pređa, konca, tkanina, pletenina i odevnih proizvoda predstavlja složen zadatak jer se tekstilni materijali u osnovi razlikuju od drugih po tome što nemaju konstantni oblik, a imaju povećana relaksaciona svojstva. Analiziranjem karakteristika ovih materijala dolazi se do utvrđivanja zavisnosti između parametara strukture i njihovih fizičko-mehaničkih svojstava.

Težnja proizvođača odeće je da se ispita veliki broj kombinovanja ulaznih parametara šivenja u cilju dobijanja šavova određenih svojstava.

Poznavanjem uzajamne povezanosti strukturnih i mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova obezbedili bi se uslovi za njihovo realno povezivanje i određivanje odgovarajućih deformacionih karakteristika (sila i izduženje na granicama elastičnosti i prekida). Time bi se uskladile deformacione karakteristike šavova i gotovih odevnih proizvoda u zavisnosti od njihove buduće namene.

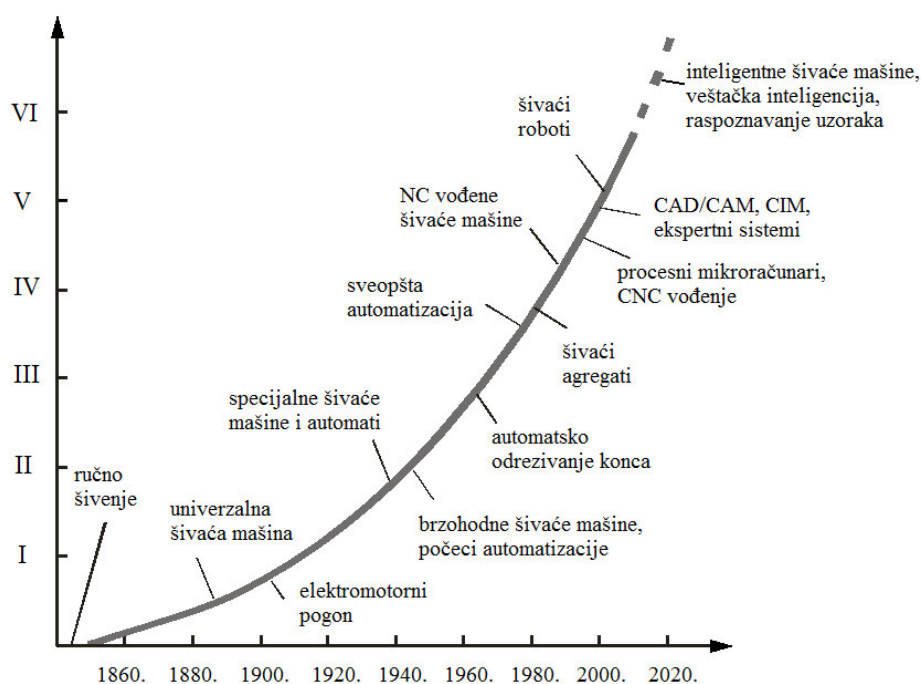
## 2. Teorijski deo

U teorijskom delu disertacije navedene su osnove vezane za šivene šavove, odnosno njihovog nastanka i razvoja, kao i za tehničko - tehnološke parametre koji utiču na njihov kvalitet.

### 2.1. Ukartko o šivenju odeće i njegovom razvoju

Tehnološki proces šivenja obuhvata postupke sastavljanja delova odevnih predmeta u gotov oblik primenom različitih vrsta šivaćih mašina, konaca, tipova šivaćih bodova, kao i različitih grupa i vrsta šavova. To je najzastupljeniji a ujedno i najstariji način sastavljanja delova odeće. Osim tehnike šivenja, koriste se i druge kao što su lepljenje delova (upotrebom adhezionog sredstva), zavarivanje (zavareni šavovi kod sintetičkih materijala) i kombinacija pomenutih načina [1-4].

Tehničko - tehnološki razvoj šivaćih mašina i opreme u odevnoj industriji može se podeliti u više razvojnih perioda (slika 1) [1]:



Slika 1. Pregled perioda razvoja šivaćih mašina i opreme

- prvi period (I) čine opšti razvoj sporohodnih šivaćih mašina i početak serijske ugradnje pogonskih elektromotora,
- drugi period (II) razvoja je pojava specijalnih šivaćih mašina i šivaćih automata sa mehaničkim upravljanjem,
- u trećem periodu (III) se pojavljuju brzohodne šivaće mašine, elektromotori sa programskom regulacijom, mehanizmi za odrezivanje konaca, pozicioniranje igle i podizanje papučice, dugošavni automati sa mehaničkim upravljanjem,

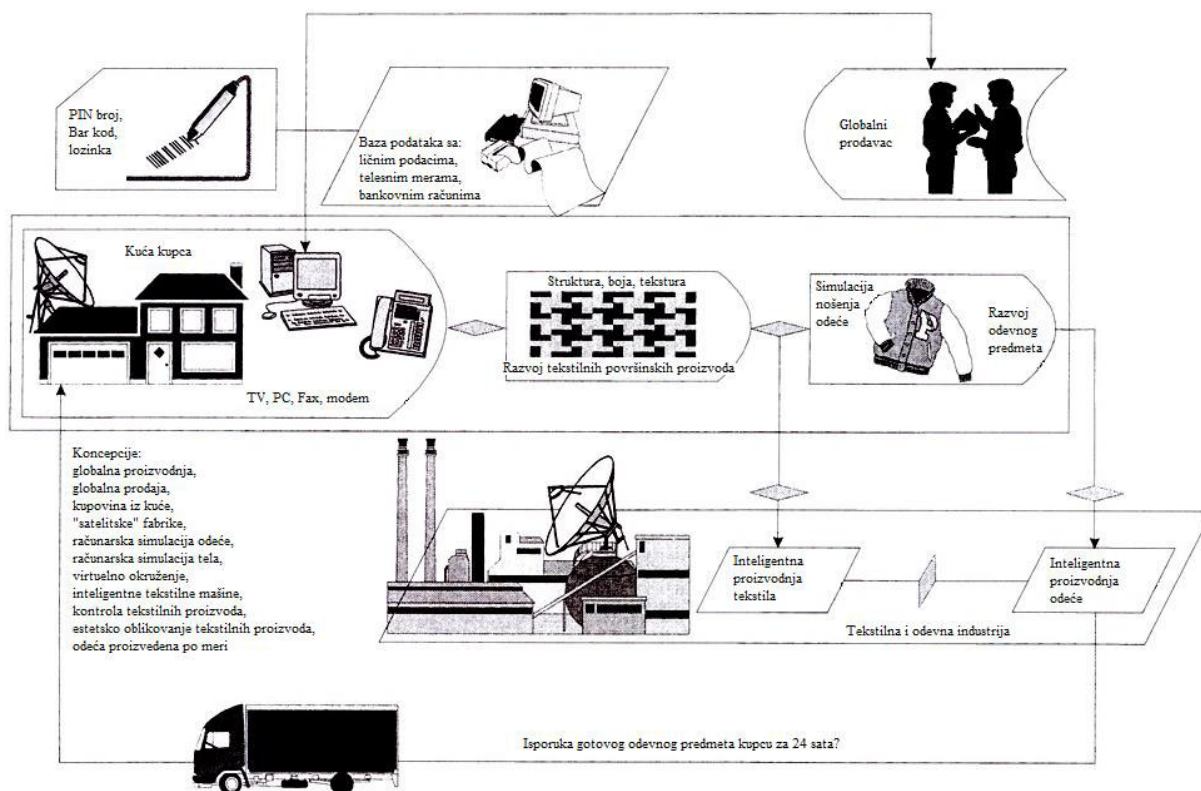


- četvrti period (IV) karakterišu šivaće mašine sa elektronskim upravljanjem pomoćnih uređaja za odlaganje, za početno i završno učvršćivanje šava, elektronski šivaći agregati, primena mikroračunara, NC vođene šivaće mašine,
- u petom periodu (V) se pojavljuju šivaći roboti, računarsko umrežavanje, CAD/CAM sistemi, CIM koncepcije, metode objektivne kontrole materijala,
- šesti period (VI) predstavlja pojavu i razvoj inteligentnih šivaćih mašina i robota, usavršavanje CIM koncepcije, sistema veštačke inteligencije.

Savremeni način industrijske proizvodnje uključuje CIM koncepciju (Computer Integrated Manufacturing - proizvodnja integrisana računarima) koja se primenjuje i u odevnoj industriji. Ona obuhvata skup različitih računarskih sistema kao što su: CAD (Computer Aided Design) - oblikovanje pomoću računara, CAM (Computer Aided Manufacturing) - proizvodnja pomoću računara, CAP (Computer Aided Planning) - planiranje pomoću računara, CAPP (Computer Aided Production Planning) - planiranje proizvodnog procesa računom, CAE (Computer Aided Engineering) - inženjering pomoću računara, CAQ (Computer Aided Quality) - kvalitet pomoću računara, ADS (Apparel Design System) - sistem za oblikovanje odeće računom, CNC (Computerized Numerical Control) - numeričko upravljanje pomoću računara i dr. Time se stvaraju osnovni preduslovi za fleksibilnu automatizaciju, koja obuhvata gotovo trenutnu izmenu podataka, programa i upravljačkih funkcija mašina u procesu proizvodnje. Ove karakteristike imaju posebno značenje sa aspekta odevne industrije gde su izmene u proizvodnim procesima svakodnevna pojava [1].

Moderna industrijska proizvodnja poznaje strategije brzog delovanja u vrlo kratkom vremenskom periodu. QRS i JIT strategije (Quick Response System - sistem brzog odziva, Just In Time - tačno na vreme) odgovaraju na zahteve tržišta i potrebe potrošača odevnih predmeta, uočavaju modne trendove, imaju evidenciju povećanja potražnje ili nedostatka pojedinih artikala na tržištu. Ove strategije se ogledaju u prilagođavanju proizvodnih linija, mašina, opreme i ljudstva za iznenadne i brze promene [1,5].

Odevna industrija ima problem sa velikim zalihama proizvoda. Ti proizvodi na tržištu ne nalaze svoje kupce zbog nemogućnosti potrošača da nađu odgovarajuću odeću. Naime, prosečne vrednosti telesnih dimenzija su se dosta promenile kao uzrok načina ishrane i života a kod populacije starijih ljudi javljaju se česte telesne deformacije. Zato se u nekim zemljama (Japan, Engleska, Nemačka) povećao interes za kupovinu odeće prema individualnim telesnim merama i njihov transfer putem računara do fabrike odeće. Takav procesni krug traje svega nekoliko dana i počinje od kupaca koji biraju modele prema svom ukusu, zatim se kompjuterski oblikuju, proizvode u fabrikama i na kraju šalju kupcu. To je koncepcija inteligentne proizvodnje i prodaje odeće (G. Stylios, J. Sotomi [6]) u lancu: kupac, prodavac, proizvođač tekstila i proizvođač odeće (slika 2).



Slika 2. Globalna proizvodnja i prodaja odeće [6]

## 2.2. Materijali za izradu odeće

Savremena proizvodnja odeće, u uslovima tržišnog načina privređivanja, mora biti na odgovarajući način planirana, organizovana i vođena. Presudnih faktori u tome su asortiman i kvalitet svih materijala neophodnih za izradu odeće [7-9].

Gotov odevni predmet treba da zadovolji sve zahteve koji se nameću u toku njegove upotrebe. U tom smislu, da bi se proizveo kvalitetan odevni predmet, mora se izvršiti pravilan izbor svih materijala određenih svojstava koji će se koristiti pri njegovoj izradi. To su:

- osnovni materijali (tekstilni površinski materijali, koža, krzno),
- materijali za održavanje oblika - međupodstavni materijali (lepljivo platno - flizelin, netkani tekstil),
- podstavni materijali (tkani, pleteni, netkani tekstil),
- materijali za spajanje delova odeće (šivaći konac, termoplastični materijal, lepak - adheziono sredstvo),
- pomoćni materijali (dugme, kopča, patent zatvarač, pritiskač, traka, čipka).

### 2.2.1. Kvalitet tkanina za izradu odeće

Odeća, prema nameni i uslovima eksploatacije, treba da zadovolji odgovarajuće zaštitne funkcije: zaštita od hladnoće, suviše toplote, padavina, u manjoj meri zaštita od

povreda. Da bi se čovek udobno osećao pri određenoj aktivnosti (fizička, umna, odmor), odeća treba da obezbedi i lakoću pokreta tela. Osim toga, ona treba da poseduje i odgovarajuću jačinu, postojanost na svetlo i atmosferske uticaje [7-9,10].

Materijali namenjeni izradi odeće su XX veka uglavnom bili vuneni, pamučni, laneni, od konoplje, tj. od vlakana prirodnog porekla. Kasnije, pojava i sve veća upotreba sintetičkih vlakana uslovia je razvoj potpuno nove tehnologije u izradi materijala i proizvodnji novih vrsta odevnih predmeta sa novim osobinama.

Za konfekcioniranje se prvenstveno upotrebljavaju tkanine, nešto manje pletenine a u današnje vreme ne retko i netkani tekstil. Tehnički uslovi kvaliteta materijala mora da budu propisani od strane dobavljača. Prilikom odabira materijala za odeću, konstruktor prvenstveno vodi računa da tkanina, odnosno odeća, svojim izgledom, bojom i prepletajem zadovolji ukus većeg broja potrošača, da što duže vreme očuva svoju formu i udobnost tokom eksploatacije.

Prema svojoj nameni, tkanine se mogu podeliti na:

- tkanine za gornju odeću, gde spadaju: mantili, muška odela, ženski kostimi, haljine, košulje, sportska odeća, radna odela, dečja odeća itd.,
- tkanine za donju odeću, gde spadaju: donji veš, pidžame i spavaćice,
- tkanine za domaćinstvo, u koje se ubrajaju: mebl štofovi, zavese, posteljina, stolnjaci, peškiri, maramice i dr.

Tkanine namenjene izradi odeće mora da imaju: dobru dimenzionu stabilnost i postojanost boja, dobru otpornost prema trenju površine, gužvanju, statičkom naelektrisanju, nisku deformaciju pri višestrukome naprezanju, lako održavanje pri upotrebi i dr.

Karakteristike tkanina zavise već od karakteristika ulaznih sirovina tj. vlakana. Nadalje, svojstva i izgled tkanine zavise od pređe, njene podužne mase, upredenosti, smeru uvijanja, mehaničkih karakteristika, zatim od strukture, njene dorade. Bolja mehanička svojstva i krutost tkanine se postižu pređom koja je više upredena dok manje upredena pređa daje tkanini mekoću, svojstvo upijanja vlage i znoja ali je manje prekidne sile. Tkanine kod kojih je prepletaj sa učestalijom promenom efekata i veća gustina niti imaju bolje mehaničke karakteristike. Tkanina je otpornija na smicanje niti ako je veća gustina i ujednačenija podužna masa pređe za osnovu i potku, ako je intenzivnija povezanost između sistema žica.

Tkanine za odeću mora da imaju dobru elastičnost kako bi se čovek u takvoj odeći lakše kretao i kako zbog toga ne bi došlo do trajnih deformacija odevnih predmeta prilikom nošenja. Elastičnost tkanine se može postići povećanim utkanjem onog sistema niti u čijem se smeru želi dobiti veća elastičnost. Dobra mehanička svojstva su presudna za tkanine iz kojih se izrađuju radna odela. Za vojne, policijske i vatrogasne uniforme, tkanine treba da osim mehaničkih imaju dobra vodootporna i termička svojstva kao i otpornost prema gorenju. Tkanine za zimsku odeću je važno da imaju dobre termoizolacione osobine, dobru

propustljivost vodene pare, da što manje apsorbuju vlagu i da imaju malu propustljivost vazduha. Kod letnje odeće treba da štite telo od suvišne toplote i da omoguće dobru respiraciju isparene vlage sa površine tela. Ove karakteristike zavise od hemijskih i fizičkih karakteristika vlakana od kojih su izrađeni (struktura pređe i struktura materijala).

Tekstilnom materijalu se postavljaju zahtevi koje mora ispuniti u uslovima korišćenja odeće. Kod novo projektovane odeće posebna pažnja se posvećuje ponašanju materijala u odeći prilikom nošenja. Potrebno je voditi računa o mekoći i krutosti jer su upravo ova svojstva veoma važna za tok procesa šivenja. Pri svemu tome, sve veću ulogu na potrošača ima izgled, odnosno dizajn, osnovnog materijala i gotovog proizvoda. On mora neprekidno da prati modna kretanja u svetu i da se brzo uklapa prema zahtevima tržišta. Važno je naglasiti da se lepe, elegantne, udobne tkanine i pletenine dobijaju od prirodnih vlakana, uz uslov da su estetski i konstruktivno dobro oblikovane.

Ako se na primer od osnovnog materijala zahteva veća otpornost na habanje, tada se on obično izrađuje od poliamidnih vlakana ili iz mešavine ovih sa drugim vlaknima.

Svojstva materijala treba ispitati i analizirati pre početka dalje prerade, kako bi se prema njima odredio model i tehnologija izrade odevnih predmeta. Različitim prepletajima tkanine može se postići ravna, odnosno glatka ili reljefna površina. Tako se na primer platnenim prepletajem dobijaju glatke površine, keperom površine sa dijagonalnim rebrima, štrukom uzdužna ili poprečna rebra itd. Međutim, izvesne tkanine tkane u keper prepletaju imaju značajan nedostatak što se pod dejstvom pritiska (na primer kod sedenja) rebra deformišu (slepe), pa takva tkanina dobija nepoželjni sjaj. Struktura materijala za izradu odeće može se menjati u procesu dorade pri čemu se postižu željeni efekti. To se najčešće izvodi kod tkanina za zimsku odeću, kod kojih se povećava voluminoznost, vlaknasti izgled, debljina i poroznost. Takođe, na nekim materijalima određenih namena se vrši obrada protiv gužvanja, filcanja i skupljanja, prljanja, upijanja vode itd.

Veoma je važno da svaki materijal namenjen konfekcioniranju ima tačno propisane karakteristike, kvalitet i način utvrđivanja kvaliteta kod isporuke, pakovanje, postupak prijemne kontrole, kao i precizna uputstva za dalji postupak prerade.

#### **2.2.1.1. Struktura gotove tkanine**

Kako veliki broj činilaca utiče na konačnu strukturu gotove tkanine ne može se struktura tkanine u potpunosti odrediti projektom. Od vrste i namene tkanine zavise koji su to činioci. Ali i tada je veoma teško definisati sve pokazatelje na osnovu kojih bi se mogla projektovati konačna struktura tkanine. Naime, još u procesu tkanja nastaju izvesne promene strukture sirove tkanine, koje su posledica određenih odstupanja od predviđenih tehničko-tehnoloških uslova procesa tkanja. Isto tako mora da se uzmu u obzir i odstupanja u kvalitetu

polaznih sirovina i primenjenih pređa. Kada se svemu tome nadovežu promene koje se javljaju u procesu dorade tkanine, tada je jasno zašto je teško projektom tačno definisati sve konačne strukturne pokazatelje gotove tkanine. Pri svemu ovome mora se imati u vidu da se radi o materijalima koji su uglavnom podložni relativno lakim promenama karakteristika pod uticajem fizičko-mehaničkih i hemijskih delovanja u tehnološkom procesu proizvodnje [10].

Posle završenih tehnoloških procesa proizvodnje na kraju se dobija gotova tkanina određene strukture i karakteristika koje omogućavaju odgovarajuću primenu. Međutim, važno je imati u vidu da je znatan broj tkanina podložan izvesnim promenama u strukturi u toku korišćenja i da je period stabilizacije relativno dug, što u krajnjem slučaju zavisi od vrste i namene tkanine.

Tkanine su u toku eksploatacije izložene delovanju raznih uticaja koji su u uskoj vezi sa njihovom primenom. Zato je potrebno dobro poznavanje svih posledica koje imaju uticaj na promenu strukture tkanine, odnosno proizvodnje i na kraju - plasmana na tržištu.

Kod planiranja proizvodnje određene tkanine definišu se zahtevi koji se traže od nje, što se u toku projektovanja mora imati u vidu. Pri tome bi posao oko projektovanja bio znatno olakšan kada bi bila poznata dinamika promene strukture sirove tkanine, zatim promena u toku dorađivanja, kao i na kraju njene primene.

Svojstva tkanine zavise od njenog građivnog elementa tj. od pređe. Pređa ulazi u tkačku preradu sa određenim svojstvima, koja su inače predviđena projektom tkanine. Međutim, svojstva se menjaju u tkanini zbog deformacija koje su posledica prerade pređe, ali i položaja u kome se ona nalazi u tkanini. Pri tome se uglavnom javlja istezanje, savijanje i sabijanje pređe. Zbog toga je ispitivanje stanja pređa u tkaninama od posebnog značaja, s obzirom da od tačnosti dobijenih rezultata zavise ispravnosti skoro svih obračuna projektovanja tkanina a time uspešno strukturno rešenje i svojstva tkanina. Da bi se došlo do potrebnih podataka neophodno je prethodno izatkati i doraditi potrebne uzorke tkanina i prema potrebi izvršiti neophodne korekcije projekta, kako bi se dobio što kvalitetniji proizvod. Posle toga se mora obaviti detaljno ispitivanje uzorka tkanine da bi se došlo do saznanja o nastalim promenama karakteristika primenjene pređe koje nastaju kao posledica formiranja tkanine i dejstva spoljašnjih sila.

### **2.2.2. Konac za šivenje**

Konac za šivenje spada u materijale kojima se povezuju delovi odevnih predmeta u odgovarajući oblik. Intenzivan razvoj tehnike šivenja u pogledu povećanja radne brzine, primene novih materijala, povećanja kvaliteta proizvoda, uslovljava da konac sa svojim karakteristikama mora da zadovolji sve te zahteve. Ove činjenice razvoja mora da se podrede postizanju većeg kvaliteta u procesu šivenja, uopšte proizvodnosti i ekonomičnosti. Zbog toga

proces šivenja zahteva određenu vrstu i finoću konca u skladu sa šivaćom iglom i materijalom koji se šije. Sposobnost istezanja i jačina su osnovni zahtevi tehnoloških svojstava šivaćih konaca. Takođe mora da je otporan na habanje [1,7-9,11]. Konci se sastoje iz dve, tri i više pređa koje se končaju sa Z ili S uvojima. Prema nameni, dele se na konce za odeću, vez, ručni rad, za medicinu, obućarstvo i specijalnu namenu. Konci za odeću se dele na konce za šivenje tkanina, trikotaže, netkanog tekstila. Mogu se izrađivati od različitih vrsta sirovina [12].

Pamućni konac se izrađuje kao nebeljeni, beljeni, bojeni, jednostepeno končani iz 2 i 3 pređe i dvostepeno končani iz više pređa. Može biti mercerizirani, negazirani i gazirani.

Laneni konci su velikih podužnih masa i uglavnom se koriste se za šivenje uniformi, džakova, pozamanterije, tkanina za cerade, obuće, proizvoda od kože, tehničkog tekstila.

Svileni konac se dobija iz prirodne svile male vlažnosti, koja pri upredanju u prvoj fazi ima S a u drugoj dobija Z uvoje sa odgovarajućim slaganjem niti. Izrađuje se kuvanjem i bojenjem u odgovarajućoj boji.

Viskozni konci su po izgledu slični koncima iz prirodne svile i koriste se uglavnom za vezenje.

Sintetički konci se najčešće izrađuju iz poliesterskih i poliamidnih vlakana i niti. Prema načinu izrade mogu biti kompleksni, štapelni, bikomponentni, teksturirani, monofilamentni. Kompleksni sintetički konci se izrađuju iz dve i više pređa, sa određenim sjajem i po izgledu podsećaju na svilene. Štapelni sintetički konci po strukturi i izgledu su slični pamučnim ali su veće jačine, sa većom otpornošću na atmosferska i hemijska dejstva i manjim skupljanjem.

U industriji odeće se sve više koriste armirani (core) šivaći konci. Sastoje se iz jezgra od sintetičkih niti (60 do 80 %) kojeg pokrivaju pamučna vlakna. Pamučna vlakna štite jezgro od povećane temperature pri šivenju i peglanju. Jezgro se u većini slučajeva izrađuje od poliesterskih filamentnih vlakana. Ovi konci imaju veliku jačinu, elastičnost, postojanost na hemijska dejstva i pranje, neznatno se skupljaju.

Providni šivaći konci se izrađuju iz poliamidnih niti u vidu monofilamenata, a takođe i njihovim končanjem. Obradom pomoću specijalnih optičkih preparata imaju sposobnost da dobiju boju materijala koji se šije. Proizvode se kao bezbojni za šivenje svetlih i pigmentovani za šivenje tamnih materijala.

U zavisnosti od namene, teško je sistematizovati svojstva konca po redosledu važnosti. Naravno, on mora da poseduje odgovarajuću jačinu, ravnomernost, glatkost, elastičnost, upredenost, otpornost na visoke temperature, postojanost obojenja, uravnoteženost i dr.

Velika prekidna sila je osnovni uslov kvaliteta konca za šivenje. Potrebno je da konac izdrži različita naprezanja koja nastaju u procesu šivenja i da osigura potrebnu jačinu šava na odeći. Kod pamučnog konca to je ostvareno upotrebom dugih i finih pamučnih vlakana koja

se predu po češljanom postupku dok se u završnoj fazi izrade primenjuje končanje, gaziranje i merceriziranje. Kod sintetičkih konaca (pogotovo proizvedenog od filamenata) prekidna sila ima veće vrednosti.

Elastičnost konca u osnovi sprečava njegovo kidanje prilikom naprezanja. Međutim, korišćenje konca velike elastičnosti može imati nepoželjne posledice na kvalitet šava. Takav konac prouzrokuje nabiranje šava a time i sašivenog materijala. Zato elastičnost konca mora biti tolika da omogućí da se donji i gornji konac preplíu u sredini materijala kod zrnčanog boda i na donjoj površini materijala kod lančanog boda.

Končanje se kod konaca izvodi u suprotnom pravcu u odnosu na pravac predenja pređa. Uravnoteženost uvoja se postiže sa nešto većom upredenošću komponentnih pređa čime se ostavlja prostor za suprotni pravac upredanja konca u toku končanja, kao i za procese dorade konca. Povećana upredenost utiče na stvaranje petlji i dovodi do povećane kidljivosti kod šivenja. Upredenost mora biti optimalna jer je u direktnoj vezi sa prekidnom silom i elastičnošću konca.

Konac za šivenje mora da bude gladak i ravnomeran po debljini, bez zadebljanja, čvorića i tankih mesta. Izgled mu se poboljšava primenom odgovarajuće tehnologije dorade, što je karakteristično kod merceriziranog pamučnog konca. Konac od poliesterskih vlakana je lepog izgleda i dobre ravnomernosti što je rezultat kvaliteta ovih vlakana. Takođe, skupljanje treba da je minimalno, kako pri kvašenju i pranju ne bi dolazilo do nabiranja šava. Da bi konac bio kvalitetan mora imati dobar balans, što znači da se ne sme mrsiti i vezivati u čvoriće prilikom šivenja.

Postojanost obojenja konca za šivenje je značajno svojstvo. Od njega se zahteva da u celom procesu izrade odevnih predmeta, kao i u toku upotrebe, zadrži svoju boju i sjaj. Zbog toga se veći deo tonova šivaćeg konca dobija reaktivnim bojama, koje osiguravaju visoku postojanost kod pranja na 95 °C.

Prilikom formiranja boda, igla i konac su izloženi dinamičkim i termičkim opterećenjima. Dinamička opterećenja su posledica sila povlačenja, provlačenja i savijanja kroz materijal. Termička opterećenja nastaju kao posledica trenja između konca, igle i materijala. Ova opterećenja dovode do češćih prekida konca pri šivenju, do smanjenja produktivnosti i povećanja nekvalitetnog rada. Da bi se umanjio uticaj ovih opterećenja i omogućio bolji rad šivaćih mašina, potrebno je odabrati odgovarajuću debljinu konca i šivaće igle prema materijalu koji se šije. Finiji i nežniji materijali zahtevaju tanji konac i obrnuto.

Skupljanje materijala za šivenje takođe se mora uzeti u obzir pri izboru konca da ne bi dolazilo do nabiranja ili zatezanja šava.

I sirovinski sastav materijala u velikoj meri diktira izbor konca. Poželjno je da su materijal i konac istih ili sličnih sirovinskih sastava.

U tabeli 1 je prikazan orijentacioni izbor podužne mase konca za šivenje i numere (debljine) igle prema debljini materijala koji se šije [12].

Tabela 1. Izbor podužne mase trožičnih konaca i numere igle prema debljini materijala

| Numera igle | Materijal za šivenje | Pamučni konac (tex) | Svileni konac (tex) | Sintetički konac (tex) |
|-------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 70          | tanki                | 27                  | 25                  | 25                     |
|             | srednji              | 30                  | 30                  | 30                     |
|             | debeli               | 36                  | 37.5                | 37.5                   |
| 80          | tanki                | 30                  | 30                  | 25                     |
|             | srednji              | 36                  | 42                  | 30                     |
|             | debeli               | 42                  | 51                  | 42                     |
| 90          | tanki                | 36                  | 30                  | 30                     |
|             | srednji              | 42                  | 42                  | 42                     |
|             | debeli               | 51                  | 51                  | 51                     |
| 100         | tanki                | 42                  | 42                  | 42                     |
|             | srednji              | 51                  | 51                  | 51                     |
|             | debeli               | 60                  | 30                  | 30                     |
| 110         | tanki                | 51                  | 51                  | 60                     |
|             | srednji              | 60                  | 30                  | 75                     |
|             | debeli               | 81                  | 75                  | 102                    |
| 120         | tanki                | 60                  | 60                  | 75                     |
|             | srednji              | 84                  | 75                  | 102                    |
|             | debeli               | 108                 | 102                 | 150                    |

#### 2.2.2.1. Struktura i svojstva šivaćih konaca

Konac za šivenje je jednofazno končana pređa sa 2 do 6 ustručivanja jednožičnih i ima cilindričnu strukturu, koja se karakteriše time što se ose svih komponenata nalaze na jednakom rastojanju od ose končanja.

Pri formiranju konačnog oblika konca upredanje je u suprotnom smeru od smera upredenosti njegovih komponenata. Tom prilikom se te komponente raspredaju a poprečni presek konca poprima oblik kruga. Svojstva takvih konaca - pređa zavise od svojstava vlakana i jednožičnih pređa a takođe i od veličine upredenosti pri predanju  $T_j$  i končanju  $T_k$ .

Pri istezanju konca sastavljenog od određenog broja komponenata  $n$ , raspoređenih pod uglom  $\beta_1$  prema osi konca (slika 3) [13], njeno prekidno opterećenje  $F_{p,k}$  određuje se sledećim izrazom:

$$F_{p,k} = F_{p,j} \cdot n \cdot \cos \beta_1 \text{ (cN)} \quad (1)$$

gde je:  $F_{p,j}$  - prekidno opterećenje jednožične (komponentne) pređe (cN).

Koeficijent iskorišćenja jačine vlakana u jednožičnoj pređi  $\eta_j$ , pri uglu nagiba vlakana  $\beta_2$ , može se odrediti formulom:

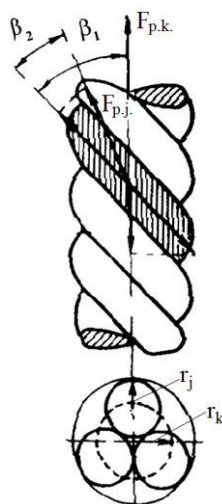
$$\eta_j = \left(1 - \frac{C}{\sin^2 \beta_2}\right) \cdot \left(1 - \frac{C_1}{\sqrt{N_{f,j}}}\right) \cdot \eta_{vl} \cdot \cos \beta_2 \quad (2)$$

gde su:  $N_{f,j}$  - broj vlakana u poprečnom preseku jednožične pređe,

$\eta_{vl}$  - koeficijent koji uzima u obzir raznovrsnost svojstava vlakana,

$C$  i  $C_1$  - konstante koeficijenta proporcionalnosti.





Slika 3. Šema sila nastalih u elementarnom delu konca za šivenje

Najčešće se jednožična pređa, koja se koristi za končanje, izrađuje sa koeficijentom upredenja koji ima vrednost:

$$\alpha_j = 0.85 \cdot \alpha_{krj} = 0.85 \cdot \frac{C_2 \cdot \sqrt{T_{t.vl}}}{l_{vl} \cdot \sqrt{T_{t.j}}} \quad (3)$$

gde su:  $\alpha_{krj}$  - koeficijent kritične upredenosti jednožične pređe,

$T_{t.j}$  - podužna masa jednožičnih pređa (tex),

$T_{t.vl}$  - finoća vlakana (tex),

$l_{vl}$  - srednja dužina vlakana (cm),

$C_2$  - koeficijent proporcionalnosti.

U tom slučaju, veličina koeficijenta iskorišćenja jačine vlakana u koncu ili končanoj pređi pri kritičnoj upredenosti, po analogiji sa formulom (3), određuje se po obrascu:

$$\eta_k = C_3 \cdot \left( 1 - \frac{C_1}{\sqrt{N_{f.j} \cdot n}} \right) \cdot \eta \cdot \cos \beta_2 \cdot \cos \beta_1 \quad (4)$$

gde su:  $N_{f.j}$  - broj vlakana u preseku jednožične pređe,

$n$  - broj jednožičnih pređa u koncu,

$\eta$  - koeficijent, koji uzima u obzir uslove končanja,

$C_3$  - koeficijent proporcionalnosti.

Realna vrednost koeficijenta iskorišćenja jačine vlakana u koncu je:

$$\eta_k = \frac{F_{p.k}}{N_{f.j} \cdot n \cdot F_{p.j}} = \frac{F_{r.k}}{F_{r.vl} \cdot K_Y \cdot K'_Y} \quad (5)$$

gde su:  $F_{r.vl}$  - relativna jačina vlakana ( $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$ ),

$F_{r.k}$  - relativna jačina konca ( $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$ ),

$K_Y$  - koeficijent skraćanja pređe posle predjenja,

$K'_Y$  - koeficijent skraćanja pređa posle končanja.

Ako je poznata relativna jačina jednožične pređe izrađena sa koeficijentom upredanja  $\alpha_j = 0.85 \cdot \alpha_{kj}$ , onda se jačina konca (sastavljen od dve jednožične pređe), uzimajući u obzir koeficijent ojačavanja tokom končanja  $K_n$ , može izračunati, sledećim izrazom:

$$F_{r.k} = F_{r.j} \cdot K_n = F_{r.j} \cdot \left( 1 + \frac{C_4 \cdot \sqrt{\alpha_k^2}}{\sqrt{N_{f.j} \cdot n}} \right) (\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}) \quad (6)$$

gde su:  $F_{r.j}$  - relativna jačina jednožične pređe ( $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$ ),

$\alpha_k$  - koeficijent upredanja kod končanja,

$C_4$  - koeficijent proporcionalnosti, tj. veličina koja za vlačene i kardirane pređe iznosi 0.24, a za češljane 0.22.

### 2.3. Vrste šivenih šavova i bodova

Šivenje predstavlja tehnološki proces spajanja delova odeće provlačenjem konca kroz materijal pomoću igle. U zavisnosti od načina preplitanja konca i rasporeda ubadanja igle, na različito raspoređenm slojevima materijala, dobijaju se bodovi i šavovi različitih konstrukcija i izgleda [14].

#### 2.3.1. Šiveni šavovi

Prema standardu SRPS ISO 4916 šav predstavlja niz šivaćih bodova, odnosno tipova šivaćih bodova, na jednom ili više slojeva materijala. Šavovi se sastoje od niza bodova jedne ili više komponenata (slojeva) materijala koji u šavu dobijaju različite konfiguracije radi spajanja, ojačavanja i ukrašavanja. U zavisnosti od vrste slojeva materijala, rasporeda i njihovog minimalnog broja, šavovi su podeljeni u osam grupa (tabele 2 i 3) [15].

Šiveni šavovi se označavaju brojčanom oznakom koja se sastoji od pet cifara. Prva cifra predstavlja grupu šava. Druga i treća cifra označavaju raspored slojena materijala. Četvrta i peta cifra označavaju položaj (mesto) ubadanja igle. U praksi se za preciznije definisanje šava uz oznaku šava dodaje oznaka boda. Ukoliko su za izradu određene vrste šava primenjena dva ili više bodova, oni se navode iza oznake šava s leva na desno.

Šavovi prve grupe se izrađuju od najmanje dva sloja materijala ograničenih na istoj strani. Svaki sledeći sloj je jednak prethodnim ili ograničen sa obe strane.

Šavovi druge grupe se izrađuju od najmanje dva sloja materijala, od kojih je jedan ograničen na jednoj, a drugi na drugoj strani. Svaki sledeći sloj je sličan jednom od ova dva ili je ograničen sa obe strane.

Tabela 2. Podela šavova po grupama prema SRPS ISO 4916

| Opis materijala                     | Oznaka grupe šivenih šavova |               |               |                                                |               |   |               |               |
|-------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|------------------------------------------------|---------------|---|---------------|---------------|
|                                     | 1                           | 2             | 3             | 4                                              | 5             | 6 | 7             | 8             |
|                                     | 2<br>ili više               | 1<br>ili više | 1<br>ili više | 1<br>ili više<br>u istoj<br>horizont.<br>ravni | 0<br>ili više | 1 | 1             | -             |
|                                     | -                           | 1<br>ili više | -             |                                                |               |   |               | -             |
|                                     | -                           | -             | -             | -                                              | 1<br>ili više | - | -             | -             |
|                                     | 0<br>ili više               | 0<br>ili više | 1<br>ili više | 0<br>ili više                                  | 0<br>ili više | - | 1<br>ili više | 1<br>ili više |
| Minimalni broj slojeva materijala   | 2<br>ili više               | 2<br>ili više | 2<br>ili više | 2<br>ili više                                  | 1<br>ili više | 1 | 2<br>ili više | 1<br>ili više |
| Osnovni raspored slojeva materijala |                             |               |               |                                                |               |   |               |               |

Tabela 3. Karakteristični šavovi po grupama prema SRPS ISO 4916

| Raspored slojeva materijala | Položaj uboda ili prolaska igle | Oznaka šava | Raspored slojeva materijala | Položaj uboda ili prolaska igle | Oznaka šava |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------|
|                             |                                 | 1.01.01     |                             |                                 | 5.01.01     |
|                             |                                 | 1.01.02     |                             |                                 | 5.01.02     |
|                             |                                 | 1.03.01     |                             |                                 | 5.02.01     |
|                             |                                 |             |                             |                                 | 5.02.02     |
|                             |                                 | 2.01.01     |                             |                                 | 6.02.01     |
|                             |                                 | 2.01.02     |                             |                                 | 6.02.02     |
|                             |                                 | 2.04.01     |                             |                                 | 6.03.01     |
|                             |                                 | 2.04.03     |                             |                                 | 6.03.02     |
|                             |                                 | 3.01.01     |                             |                                 | 7.12.01     |
|                             |                                 | 3.01.02     |                             |                                 | 7.12.06     |
|                             |                                 | 3.05.01     |                             |                                 | 7.14.01     |
|                             |                                 | 3.05.03     |                             |                                 | 7.14.03     |
|                             |                                 | 4.01.01     |                             |                                 | 8.02.01     |
|                             |                                 | 4.01.02     |                             |                                 |             |
|                             |                                 | 4.06.01     |                             |                                 | 8.03.01     |
|                             |                                 |             |                             |                                 | 8.03.07     |

I kod šavova treće grupe su najmanje dva sloja materijala, od kojih je jedan ograničen sa jedne a drugi ograničen sa obe strane tako da obuhvata granični rub prvog sloja. Svaki sledeći sloj je sličan jednom od navedena dva.

Kod četvrte grupe šavova definisana su najmanje dva sloja materijala, kod kojih je jedan ograničen sa jedne a drugi sa druge strane. Slojevi se nalaze jedan nasuprot drugome sa svojim ograničenim stranama i na istom nivou. Svaki sledeći sloj je sličan prethodnim ili ograničen sa obe strane.

Šavovi pete grupe imaju najmanje jedan sloj materijala koji je neograničen. Svaki sledeći može biti ograničen na jednoj ili na obe strane.

Šesta grupa šavova se izrađuje na jedan sloj materijala ograničenim sa jedne strane.

Šavovi sedme grupe se formiraju iz najmanje dva sloja, od kojih jedan ima ograničenje sa jedne strane a drugi slojevi sa obe strane.

Osma grupa definiše šavove koji se izrađuju sa najmanje jednim slojem materijala ograničenim sa obe strane. Svaki sledeći sloj je takođe ograničen sa obe strane.

### **2.3.2. Šivaći bodovi**

Šivaći bod predstavlja karakteristično preplitanje odnosno ulančavanje jednog ili više konaca ili samo njihovih prolaza kroz materijal. Može se formirati bez materijala, unutar materijala, kroz materijal i na materijalu za šivenje [16].

Različiti tipovi šivaćih bodova, koji se danas koriste za ručno i mašinsko šivenje, opisani su standardom ISO 4915 gde je data njihova podela, načini označavanja, opis i slikovito prikazivanje (tabela 4). Bodovi su podeljeni na 6 grupa koji se dalje dele na 88 tipova. Obeležavaju se trocifrenim brojem gde prvi broj označava odgovarajuću grupu bodova kojoj pripada a druga dva redni broj unutar grupe. Kombinacije šivaćih bodova se označavaju brojevima svakog boda koji učestvuju u kombinaciji i međusobno se odvajaju tačkom (npr. 401.502).

Šivaći bodovi grupe 100 formiraju se od jednog iglenog konca koji se ulančava sam sa sobom (osim boda 102 koji ima dva iglena konca). Petlja konca se uvlači u materijal za šivenje i provlačenjem kroz sledeću petlju se učvršćuje.

Grupa bodova 200 predstavlja jednostruke zrnčane bodove koji su nastali od ručnih bodova. Kod njih se konci provlače kroz materijal naizmenično sa jedne na drugu stranu čime ga spajaju.

Bodovi iz grupe 300 formiraju se iz dve ili više grupa konaca koji se međusobno prepliću. Petlje konaca jedne grupe vode se kroz materijal za šivenje i učvršćuju se sa koncem ili koncima drugih grupa.

Grupa 400 obuhvata dvostruke i višestruke lančane bodove. Oni nastaju od konaca dve ili više grupa na principu njihovog međusobnog ulančavanja.

Grupa bodova 500 predstavlja rubne ili opšivne bodove. Formiraju se pomoću jedne ili više grupa konaca. Petlje konaca najmanje jedne grupe vode se oko ruba materijala koji se šije a petlje od konaca druge grupe prolaze kroz materijal i učvršćuju se preplitanjem konaca sa koncima drugih grupa.

Grupa 600 obuhvata prekrivne lančane bodove. Oni nastaju iz dve ili više grupa konaca od kojih dve grupe konaca prekrivaju materijal sa obe strane. Petlje konaca prve grupe

provlače se kroz petlje jednog ili više konaca treće grupe koje su već položene preko materijala za šivenje. Zatim prolaze kroz materijal i potom se ulančavaju s petljama jednog ili više konaca druge grupe na drugoj strani materijala.

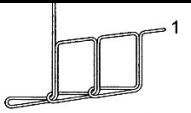
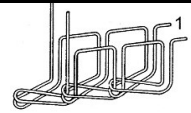
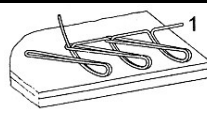
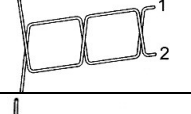
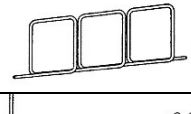
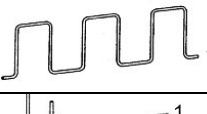
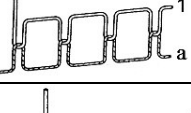
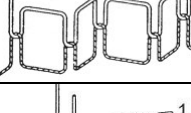
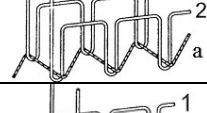
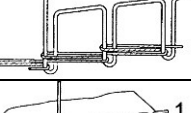
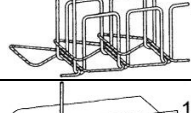
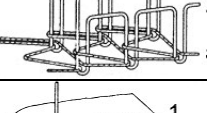
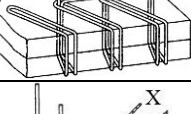
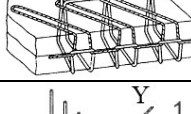
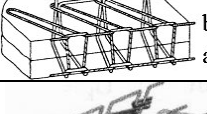
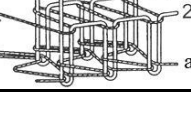
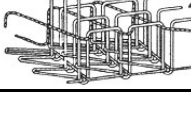
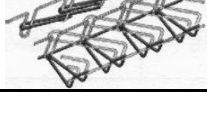
Kombinovani šivaći bodovi često se nazivaju složeni ili sigurnosni bodovi. Sastoje se od dva tipa bodova najčešće iz grupa 300 i 400 sa bodovima grupe 500.

Tabela 4. Grupe i tipovi bodova prema ISO 4915

| Grupe bodova |                                | Obeležje                                                                                                                                       | Oznaka tipa boda                                                                                            |
|--------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oznaka       | Naziv                          |                                                                                                                                                |                                                                                                             |
| 100          | Jednostruki lančani            | Formirani su od jednog iglenog konca ulančavanjem (osim boda 102 sa dva konca).                                                                | 101 102 103 104 105 107 108                                                                                 |
| 200          | Jednostruki zrnčani            | Nastali od ručnih bodova naizmeničnim prolaskom konca sa jedne na drugu stranu materijala.                                                     | 201 202 204 205 206 209 211 213 214 215 217 219 220                                                         |
| 300          | Dvostruki i višestruki zrnčani | Formirani su od dve ili više grupa konaca. Konac jedne grupe prolazi kroz materijal i učvršćuje ga preplitanjem sa petljama konca druge grupe. | 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 |
| 400          | Dvostruki i višestruki lančani | Sastoje se od dve ili više grupe konaca kod kojih se konci različitih grupa međusobno ulančavaju i prepliću.                                   | 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417                                         |
| 500          | Opšivni ili rubni lančani      | Nastaju od jedne ili više grupe konaca gde se petlje konaca najmanje jedne grupe vode oko ruba materijala.                                     | 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 521                                                 |
| 600          | Prekrivni lančani bodovi       | Sastoje se od dve ili više grupa konaca gde konci dve grupe ulančavanjem prekrivaju obe površine materijala.                                   | 601 602 603 604 605 606 607 608 609                                                                         |

U tabeli 5 su prikazani neki karakteristični primeri bodova svake grupe koji se češće koriste za spajanje delova odevnih predmeta.

Tabela 5. Izgled pojedinih bodova prema ISO 4915

| Šematski prikaz                                                                     | Oznaka boda | Šematski prikaz                                                                     | Oznaka boda | Šematski prikaz                                                                       | Oznaka boda |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | 101         |  | 102         |  | 103         |
|  | 201         |  | 202         |  | 209         |
|  | 301         |  | 304         |  | 309         |
|  | 401         |  | 402         |  | 406         |
|  | 501         |  | 503         |  | 505         |
|  | 602         |  | 604         |  | 401.504     |

## **2.4. Formiranje mašinskih bodova i šavova**

Spajanje delova odevnog predmeta predstavlja skup postupaka u procesu proizvodnje odeće. U današnje vreme dominantna je tehnika spajanja delova pomoću šivaćih mašina upotrebom šivaćeg konca kojim se formiraju bodovi i šavovi različitih tipova. Zato se u udevnoj industriji koristi širok spektar različitih vrsta šivaćih mašina koje mogu izvoditi veliki broj operacija rada [1,7].

### **2.4.1. Vrste šivaćih mašina i njihov izbor**

Uporedo sa razvojem nauke, tehnike i tehnologije usavršavale su se i šivaće mašine, tako da danas postoji veliki broj različitih vrsta. Zato je praktično nemoguće izvršiti neku striktnu podelu. Međutim, ako se uzmu u obzir, namena, tehničke i radne karakteristike, sve šivaće mašine se mogu svrstati u više grupa.

Prema nameni šivaće mašine se dele na:

- mašine za kućnu upotrebu i
- industrijske šivaće mašine (ranije zanatske).

Prema brzini šivenja mašine se dele na:

- sporohodne mašine (do  $2500 \text{ min}^{-1}$ ) i
- brzohodne mašine (preko  $2500 \text{ min}^{-1}$ ).

Prema vrsti boda kojeg formiraju, mašine se dele na dve osnovne vrste sa zrnčanim i sa lančanim bodom. Mašine koje šiju zrnčanim bodom uglavnom se koriste za spajanje delova odevnih predmeta najčešće od čvršćih i manje elastičnih materijala, a one koje koriste lančani bod za voluminoznije i elastičnije materijale. Naravno, ovim bodovima mogu se obrađivati i drugi materijali.

Prema vrsti materijala koji se šije, postoje šivaće mašine za tekstil (tkanine, pletenine, netkani tekstil), kožu i krzno.

U zavisnosti od broja igala postoje:

- mašine koje koriste jednu iglu,
- mašine sa dve igle i
- mašine sa više igala.

Mašine koje šiju jednom iglom su uglavnom obične (univerzalne) šivaće mašine kao i neke vrste specijalnih mašina. Dvoiglone i višeiglone šivaće mašine pripadaju grupi specijalnih šivaćih mašina. Višeiglone mašine se u najvećoj meri koriste za šivenje delova pletene odeće.

Prema obliku kućišta glave mašine mogu se podeliti na:

- mašine sa ravnom osnovnom pločom,
- mašine sa kutijastom osnovnom pločom,

- mašine sa vodoravnim rukavcem,
- mašine sa blok kućištem i dr.

Prema nameni i tehničkoj opremljenosti šivaće mašine mogu biti:

- obične šivaće mašine,
- specijalne šivaće mašine,
- šivaći automati,
- šivaći agregati,
- NC vođene šivaće mašine,
- šivaći roboti.

Osim ovih podela postoje i podele prema sistemu transporta (dodavanja) materijala, načinu podmazivanja, načinu vođenja i pridržavanja materijala i dr.

Važnu ulogu u sastavljanju delova odevnih predmeta jeste primena odgovarajuće šivaće mašine. To zavisi od više faktora koje treba uzeti u obzir, kao na primer:

- vrsta tekstilnih materijala predviđenih za šivenje,
- vrsta operacija u zavisnosti od namene odevnog predmeta,
- tip boda,
- vrsta šava,
- konstrukcija šivaće mašine i dr.

Tekstilni materijali se odlikuju strukturnim i konstruktivnim rešenjima, vlaknastom strukturom, površinskom masom, debljinom, vrstom dorade. U zavisnosti od tih pokazatelja potrebno je odabrati odgovarajuću radnu brzinu šivaće mašine, hod igle, visinu podizanja papučice, pritisak papučice, zategnutost konca. Tako na primer, sirovinski sastav materijala i vrsta dorade uslovljavaju određene zahteve u konstrukciji papučice, mehanizma za transport (pomicanje) materijala, iglene ploče, igle. Sve to uslovljava primenu šivaćih mašina sa tačno definisanim radnim karakteristikama.

Od odevnog predmeta koji se šije i uslova njegove upotrebe zavisi izbor boda. Npr. dvostruki zrnčani bod se odlikuje dobrom jačinom, malim utroškom konca, može se formirati pri šivenju unazad, moguće je šivenje više različitih šavova. Dvostruki lančani bod se koristi na brzošivaćim mašinama za šivenje elastičnijih materijala (pletenine, triko tkanine). Takođe u zavisnosti od vrste šavova treba voditi računa o izboru šivaće mašine (grupi šavova koja može da se izrađuje, broj presavijanja - podvijanja materijala).

Posebne konstrukcije papučica, zubaca kod mehanizma za dodavanje materijala, iglenih ploča, mehanizma za zaustavljanje igle u željenom položaju, mehanizma za odrezivanje konca, mehanizma za automatsko spuštanje i podizanje papučice imaju određene uticaje na različite materijale.

Pravilan izbor operacija i mašine za šivenje smanjuju gubitak vremena čak do 50 %.

#### **2.4.2. Način formiranja boda**

Formiranje boda se ostvaruje na šivaćoj mašini pomoću odgovarajućeg uređaja koji vrši međusobno povezivanje gornjeg i donjeg konca (ili više konaca) sa ciljem sastavljanja delova tekstilnih materijala u jednu celinu. Sastoji se iz većeg broja mašinskih delova i elemenata koji su međusobno povezani. Njihovo kretanje je tako usklađeno da funkcionišu kao jedna celina. Osnovni elementi ovog uređaja su: mašinska igla, hvatač, dodavač konca, zatezač konca [1,2,7,8,17,18].

Mašinska igla ima zadatak da svojim vrhom probuši materijal za šivenje, da konac, uvučen u ušicu, provuče kroz materijal i dovede ga do mesta stvaranja petlje, a kada se vraća u gornji položaj, da usled trenja konca o materijal oblikuje petlju koju zahvata vrh hvatača. Kod lančanih bodova igla ima i zadatak da pri dolasku u donji položaj prođe kroz prethodnu petlju koju je zadržao hvatač.

Hvatač ili grajfer ima zadatak da svojim vrhom ulazi u petlju iglenog konca, a zatim da je prebaci preko svog tela. Na taj način izvršava povezivanje gornjeg konca sa donjim, formirajući odgovarajući bod.

Zadatak dodavača konca je da u procesu oblikovanja boda obezbedi neophodna dužina konca za stvaranje petlje. Posle zahvatanja petlje iglenog konca hvatačem mora se obezbediti dovoljno konca za proširivanje petlje, kako bi se prebacila oko tela hvatača i obavila zahvatanje donjeg konca. Posle prebacivanja petlje ostaje višak konca kojeg preuzima (zateže) dodavač konca krećući se naviše.

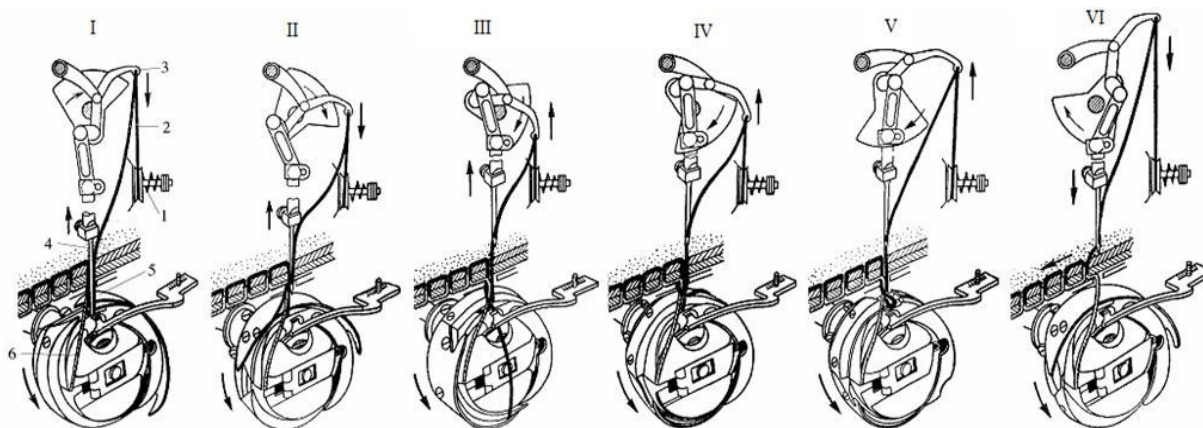
Značajni sastavni delovi mašina za šivenje su zatezači gornjeg i donjeg šivaćeg konca. Bez njih nije moguće pravilno oblikovati bod.

- Prema vrsti primenjenog hvatača, zrnčani bodovi se oblikuju na šivaćim mašinama pomoću: ravnog čunka (danas se ne koriste), njihajućeg hvatača, dvostruko obrtnog hvatača (horizontalni i vertikalni).

Jedan od najviše primenjenih načina formiranja zrnčanog boda 301 je pomoću dvostruko obrtnog hvatača (slika 4).

- Posle probijanja materijala i spuštanja do krajnjeg donjeg položaja, igla počinje da se podiže naviše. Tada sa strane kraćeg žleba se stvara petlja u koju ulazi vrh hvatača (I). Pri daljem okretanju hvatača, njegov vrh zahvata, širi i prebacuje petlju preko nosača čaure u koji je kalemčić sa čaurom (II). Hvatač se dalje okreće dovodeći petlju do polovine čaure (III). Zatim dodavač konca počinje kretanje naviše povlačeći igleni konac. Petlja spada sa hvatača i izvlači se ispod iglene pločice (IV). Drugi okretaj hvatača je prazan hod. Dodavač konca počinje da zateže bod (V). Konačno zatezanje se ostvaruje dolaskom dodavača konca u krajnji gornji položaj (VI) i dodavanjem materijala za novi bod. Dodavač kretanjem naniže dodaje potrebnu dužinu konca za stvaranje sledećeg boda.



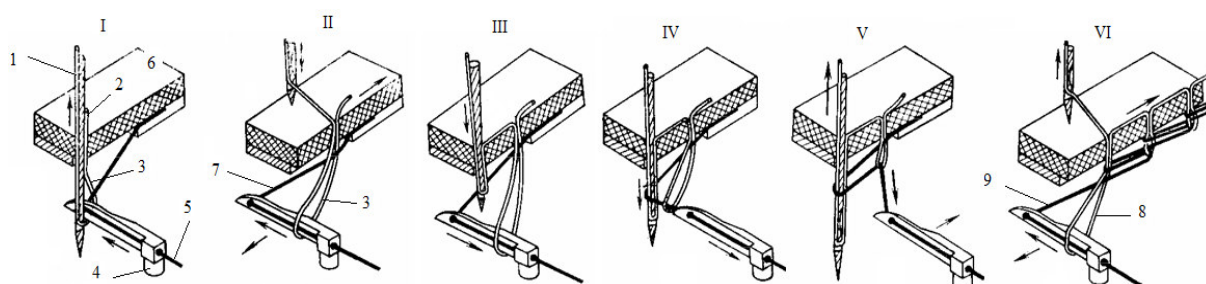


Slika 4. Formiranje dvostrukog zrnčanog boda tipa 301 pomoću dvostruko obrtnog hvatača: 1 - zatezač konca, 2 - gornji konac, 3 - ušica davača konca, 4 - igla, 5 - vrh hvatača i 6 - donji konac

- Lančani bodovi se mogu formirati na šivaćim mašinama pomoću:

- okretnog (101) i
- njihajućeg hvatača (101, 401, 406).

Od lančanih bodova, u industrijskoj proizvodnji odeće najveću primenu ima dvostruki lančani bod 401. On se formira primenom gornjeg i donjeg konca (slika 5).



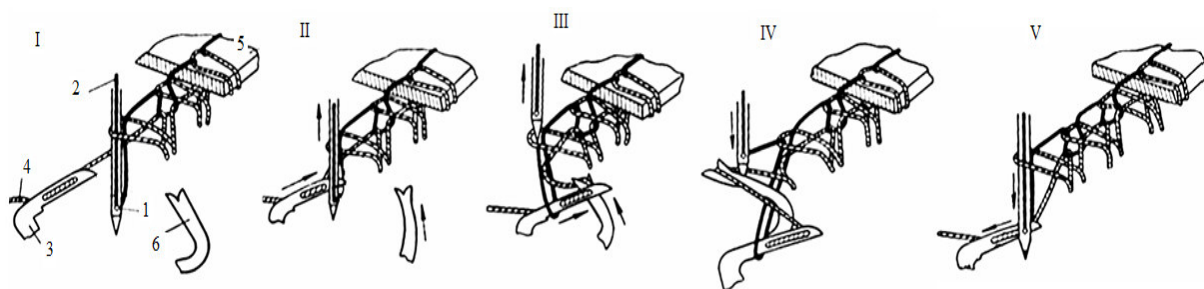
Slika 5. Formiranje dvostrukog lančanog boda tipa 401 pomoću njihajućeg hvatača: 1 - igla, 2 - igleni konac, 3 - petlja gornjeg (iglenog) konca, 4 - hvatač, 5 - donji konac, 6 - materijal koji se šije, 7 - petlja donjeg konca, 8 - nova petlja iglenog konca i 9 - nova petlja donjeg konca

- Kada se igla kreće iz početnog donjeg položaja naviše, formira se petlja gornjeg konca sa strane pličeg žleba. Hvatač svojim kljunom ulazi u tu petlju uvlačeći donji konac (I). Zatim, igla izlazi iz materijala dok hvatač provlači kroz petlju gornjeg konca svoju petlju (petlju donjeg konca, II). Mehanizam za dodavanje materijala pomeri materijal za dužinu boda. Posle toga igla prolazi kroz materijal i petlju donjeg konca (obavljajući funkciju kljuna hvatača, III). Hvatač se potom vraća i izlazi iz petlje iglenog konca. Sada je petlja donjeg konca provučena kroz petlju iglenog konca. Iгла produžava kretanje naniže (IV). Dodavač konca oslobađa manju dužinu konca. Tom prilikom dolazi do smanjenja dimenzija prve petlje gornjeg konca i izvrši se zatezanje prethodnog boda (V). Dok se igla kreće naviše, hvatač

svojim kljunom ulazi u drugu petlju gornjeg konca (VI). Prethodni bod je potpuno formiran i postupak se dalje nastavlja.

- U proizvodnji odevnih predmeta od pletenina ili lako parajućih tkanina, potrebni su tzv. rubni ili opšivni bodovi koji će osigurati rubove delova odevnih predmeta od paranja a istovremeno i pojačati ako su u kombinaciji sa nekim drugim bodom.

Tako na primer, za formiranje dvostrukog rubnog lančanog boda 502 (slika 6) potrebna su dva konca, njihajući hvatač i tzv. pridržiivač.



Slika 6. Formiranje dvostrukog rubnog lančanog boda tipa 502

1 - igla, 2 - gornji konac, 3 - hvatač, 4 - donji konac,  
5 - materijal koji se šije, 6 - pridržiivač - širitelj petlje

- U početku, igla sa gornjim koncem se nalazi u krajnjem donjem položaju a hvatač sa donjim koncem u krajnjoj levoj strani (I). Kada se igla kreće naviše, počinje da se oblikuje petlja sa zadnje strane igle, dok hvatač sa leve strane svojim vrhom ulazi u nju noseći sa sobom svoj konac (II). Iгла se i dalje kreće naviše a hvatač u desno provlačeći kroz petlju iglenog konca. Širitelj - pridržiivač petlje, svojim urezom zahvata donji konac a materijal koji se šije se pomeri za dužinu boda (III). Sada igla ide naniže a širitelj sa petljom još malo u levu stranu tako da igla može proći kroz tu petlju (IV). Kada prođe kroz nju, igla produžava spuštanje a širitelj se vraća u desno oslobađajući konac. Hvatač se vraća nazad izlazeći iz petlje gornjeg konca koja se zateže.

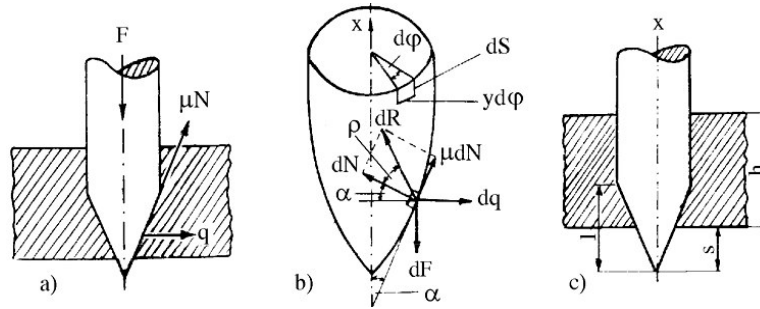
Na šivaćim mašinama se mogu dobiti različite vrste šavova i poruba ručnim vođenjem i presavijanjem materijala na razne načine. Da bi se to izbeglo, ubrzala i olakšala izrada takvih šavova, na šivaćim mašinama se često dodaju pomoćne naprave za oblikovanje šavova (graničnici, razni vodiči, porubljiivači i podvijači). One smanjuju vreme vođenja i presavijanja materijala pre i za vreme šivenja, poboljšava kvalitet i izgled šavova na odevnom predmetu.

### 2.4.3. Uslovi formiranja bodova

Da bi se pravilno formirao bod prilikom spajanja delova odeće, neophodno je poznavanje međusobnog delovanja radnih organa šivaće mašine i samih materijala (konaca, tkanine, pletenine) koji učestvuju u šivenju (koje sile deluju pri probijanju materijala iglom, kako se provlači konac kroz materijal, kako se oblikuje petlja...).

### 2.4.3.1. Probijanje materijala šivaćom iglom

Kod probijanja materijala iglom za šivenje dolazi do uzajamnog delovanja sile probijanja  $F$  od strane igle, sile otpora materijala  $q$  i sile trenja  $\mu \cdot N$  (slika 7a). Sila probijanja deluje duž ose igle i najčešće je normalna na površinu materijala. Sila otpora materijala je normalna na osu igle, dok je sila trenja određena silom pritiska  $N$  i koeficijentom trenja  $\mu$  materijala u dodiru sa površinom igle [19,20].



Slika 7. Šema delovanja sila pri probijanju materijala šivaćom iglom

Igla se ovde posmatra u obliku konusa koji se dobija okretanjem krive linije  $y = f(x)$  oko ose igle (slika 7b) pa je površina beskonačno malog elementa:

$$dA = y \cdot d\varphi \cdot \sqrt{1 + y'^2} \cdot dx, \quad (7)$$

gde su:  $y \cdot d\varphi$  - veličina elementa po kružnom luku,

$$\sqrt{1 + y'^2} \cdot dx = dS - \text{veličina elementa po dužini vrha igle.}$$

Kod probijanja materijala iglom, na element  $dA$  deluje sila probijanja  $dF$  i otpornost materijala  $dq$ . Kao reakcije tih sila su sile pritiska  $dN$  i trenja  $\mu \cdot dN$  pod uglom  $\alpha$  u odnosu na  $x$  osu. Sila probijanja ima maksimalnu vrednost od momenta ulaza do momenta izlaza vrha igle iz materijala i određuje se formulom A. V. Savostickog:

$$F_{\max} = \pi \cdot E \cdot D \cdot \left[ \frac{D}{6} + \mu \cdot \eta \cdot h - \frac{\mu \cdot \eta \cdot D}{6 \cdot \tan \alpha} \cdot \left( 3 - \frac{1}{\eta} - 2 \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot \eta}{\tan \alpha + \mu}} \right) \right] \quad (N) \quad (8)$$

gde je:  $F_{\max}$  - maksimalna sila probijanja (N),

$E$  - uslovni modul elastičnosti materijala pri proboju iglom ( $N \cdot mm^{-2}$ ),

$D$  - prečnik igle (mm),

$\mu$  - koeficijent trenja između vrha igle i materijala,

$\eta$  - popravni koeficijent koji uzima u obzir smanjenje sile suprotstavljanja materijala proboju (zbog žlebova igle),

$h$  - debljina materijala (mm),

$\alpha$  - ugao zaoštrenja vrha igle ( $^{\circ}$ ).

Data formula se koristi pri probijanju debljih materijala, debljine  $h > l - s$  ( $l$  - dužina vrha igle, mm) ili  $h > (D/2 \cdot \operatorname{tg} \alpha) - s$ . Veličina izlaza vrha igle iz materijala (slika 7c) je:

$$s = \frac{D}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot \eta}{\operatorname{tg} \alpha + \mu}} \quad (\text{mm}) \quad (9)$$

gde je:  $s$  - veličina izlaza vrha igle iz materijala (mm).

Za tanki materijal, kada je  $h \leq (D/2 \cdot \operatorname{tg} \alpha) - s$ , maksimalna sila probijanja zavisi samo od otpora materijala pri prolazu vrha igle:

$$F_o = \frac{4 \cdot \pi \cdot E}{3 \cdot D} \cdot (\operatorname{tg} \alpha + \mu) \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \left( \frac{D^3}{8 \cdot \operatorname{tg}^3 \alpha} - s^3 \right) \quad (\text{N}) \quad (10)$$

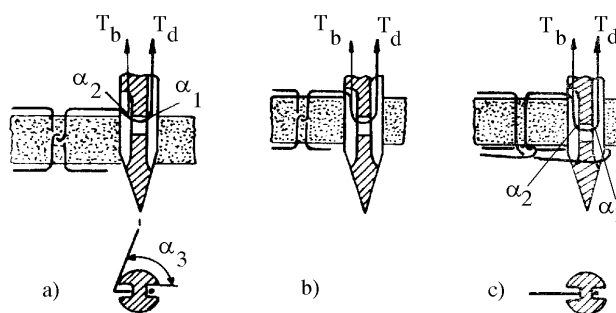
Pretpostavljajući da je  $s = (D/2 \cdot \operatorname{tg} \alpha) - h$ , formula za određivanje maksimalne sile probijanja za tanki materijal je:

$$F_{\max} = \frac{\pi \cdot E \cdot h}{3} \cdot (\operatorname{tg} \alpha + \mu) \cdot \left[ \frac{4 \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}{D} + 3 \cdot (D - 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha) \right] \quad (\text{N}) \quad (11)$$

Maksimalna sila probijanja materijala se povećava pri povećanju svih osnovnih parametara ( $\mu$ ,  $D$ ,  $h$ ,  $\alpha$ ). Zbog toga su glatkoća obrade površine igle, pravilan izbor numere i oblik vrha igle od značaja za poboljšanje uslova probijanja materijala različitih debljina.

#### 2.4.3.2. Provlačenje konca kroz materijal

Konac, uveden u ušicu igle, se provlači kroz materijal u obliku petlje. U početku, konac se u ušici igle ne kreće (slika 8a), a zatim se premešta kroz iglu (slika 8b) određenom silom zatezanja od strane boda  $T_b$  i dodavača konca  $T_d$  [19,20].



Slika 8. Provlačenje iglenog konca kroz materijal koji se šije

Konac se neće pomerati u ušici igle sve dotle dok sila zatezanja od strane boda ili dodavača konca ne bude veća od sile trenja konca u ušici igle:

- pri oblikovanju zrnčanog boda (slika 8b),  $T_b > T_d$ :

$$T_b = T_d + F \quad (\text{N}) \quad (12)$$

ili

$$T_b = T_d \cdot e^{\mu \cdot \alpha} \quad (\text{N}) \quad (13)$$

- pri oblikovanju lančanog boda (slika 8c),  $T_d > T_b$ :

$$T_d = T_b + F \text{ (N)} \quad (14)$$

ili

$$T_d = T_b \cdot e^{\mu \cdot \alpha} \text{ (N)} \quad (15)$$

gde je:  $T_b$  - sila zatezanja konca od strane boda (N),

$T_d$  - sila zatezanja konca od strane dodavača konca (N),

$F$  - sila trenja konca u ušici igle (N),

$\mu$  - koeficijent trenja između konca i ušice igle,

$\alpha$  - obuhvatni ugao konca oko igle (rad).

Konac se provlači kroz materijal pomerajući se prema bodu, kada je  $T_b > T_d \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$  (za zrnčani bod) i prema dodavaču konca, kada je  $T_d > T_b \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$  (za lančani bod).

Uticaj igle na konac za vreme prolaženja kroz materijal se manifestuje veličinom pritiska ušice na konac, zato što se konac dodiruje sa iglom na veoma maloj površini:

$$P_s = \frac{N}{Q} \text{ (N} \cdot \text{mm}^{-2}) \quad (16)$$

gde je:  $P_s$  - srednji pritisak ušice igle na konac ( $\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$ ),

$N$  - sila normalnog pritiska po celoj taruđoj površini igle (N),

$Q$  - dodirna površina konca sa taruđom površinom igle ( $\text{mm}^2$ ).

Ako se sila  $N$  izrazi preko sile trenja  $F = \mu \cdot N$  i pretpostavi da je:

$$F = T - T_o = T_o \cdot (e^{\mu \cdot \alpha} - 1) \text{ (N)} \quad (17)$$

i

$$Q = \alpha \cdot r \cdot d \cdot \eta \text{ (N)} \quad (18)$$

tada je:

$$P_s = \frac{N}{Q} = \frac{F}{\mu \cdot Q} = \frac{T_o \cdot (e^{\mu \cdot \alpha} - 1)}{\mu \cdot \alpha \cdot r \cdot d \cdot \eta} \text{ (N} \cdot \text{mm}^{-2}) \quad (19)$$

gde su:  $T$  - sila zatezanja grane gornjeg konca na ulazu u ušicu (N),

$T_o$  - sila zatezanja grane gornjeg konca na izlazu iz ušice (N),

$r$  - poluprečnik krivine zaobljenja ušice igle (mm),

$d$  - debljina konca - prečnik (mm),

$\eta$  - popravni koeficijent, koji uzima u obzir deformaciju prečnika konca.

Pri provlačenju kroz materijal, na mašinama za zrnčani bod, konac obavija iglu na tri mesta: dve ivice gornje unutrašnje strane ušice sa uglovima  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$  (slika 8a) i jednu ivicu kratkog žleba sa uglom  $\alpha_3$ , pri čemu je  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \pi/2$ . Kod šivaćih mašina za dvostruki lančani bod, konac obavija samo ivicu ušice igle sa uglovima  $\alpha_1 = \alpha_2 = \pi/2$  (slika 8c).

Srednji pritisak je veći na onim mestima gde izlazeća grana konca ima veće zatezanje. Kod zrnčanih bodova to je na ivici kratkog žleba (ugao  $\alpha_3$ ) a kod lančanih bodova u ušici oko dužeg žleba (ugao  $\alpha_1$ ). Prema formuli (19), najveći srednji pritisak ugle na konac biće:

- za zrnčane bodove

$$P_{sz} = \frac{T_d \cdot (e^{\mu \cdot (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3)} - e^{\mu \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)})}{\mu \cdot \alpha_3 \cdot r \cdot d \cdot \eta} = \frac{T_d \cdot e^{\mu \cdot \pi} (e^{0.5 \cdot \mu \cdot \pi} - 1)}{\mu \cdot 0.5 \cdot \pi \cdot r \cdot d \cdot \eta} \text{ (N} \cdot \text{mm}^{-2}) \quad (20)$$

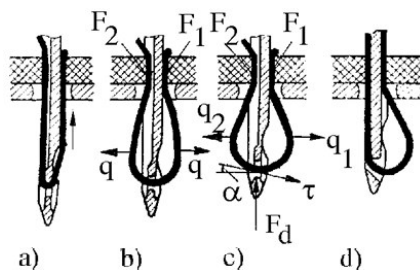
-za lančane bodove

$$P_{sl} = \frac{T_b \cdot (e^{\mu \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)} - e^{\mu \cdot \alpha_2})}{\mu \cdot \alpha_1 \cdot r \cdot d \cdot \eta} = \frac{T_b \cdot e^{0.5 \cdot \mu \cdot \pi} (e^{0.5 \cdot \mu \cdot \pi} - 1)}{\mu \cdot 0.5 \cdot \pi \cdot r \cdot d \cdot \eta} \text{ (N} \cdot \text{mm}^{-2}) \quad (21)$$

Iz formula (20) i (21) sledi da je srednji pritisak proporcionalan zatezanju izlazeće grane konca koji se nalazi kod oblikovanja zrnčanih bodova sa strane dodavača konca, a kod lančanih sa strane boda. U oba slučaja uslovi provlačenja konca iglom kroz materijal za šivenje zavise od veličine zaobljenja unutrašnje strane ušice igle, ivice žleba, konstrukcije igle i finoće konca. Ako se u poslednje formule stavi vrednost za  $\mu = 0.2$ ,  $r = 0.05$  mm,  $d = 0.3$  mm i  $\eta = 1$ , dobija se da je  $P_{sz} = 145 \cdot T_d$ , i  $P_{sl} = 105 \cdot T_b$ , što znači da je srednji pritisak igle na konac manji kod lančanih u odnosu na zrnčane bodove.

### 2.4.3.3. Oblikovanje petlje

Kretanjem igle iz donjeg položaja naviše (slika 9a), konac koji prolazi kroz ušicu igle odlazi u stranu stvarajući petlju, koju zahvata vrh hvatača, čime se omogućava preplitanje gornjeg i donjeg konca. Stvaranje petlje, u početku kretanja igle naviše, postiže se uzajamnim delovanjem sile trenja  $F_1$  i  $F_2$  konca o materijal (slika 9b) i sile  $q$  koja širi petlju zahvaljujući elastičnosti konca. Pri daljem kretanju igle pojavljuje se dopunska sila  $F_d$  (slika 9c), koja deluje na konac kao rezultat dodirivanja konca i donje ivice ušice igle. Pod dejstvom te sile povećava se veličina petlje [20].



Slika 9. Princip oblikovanja petlje iglenog konca

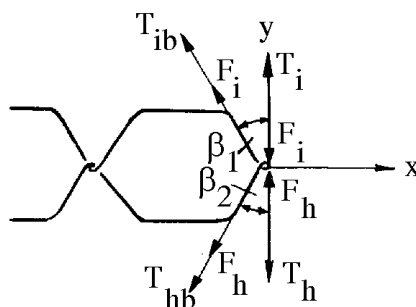
Zahvaljujući različitim silama trenja kojima je konac izložen, sa strane kraćeg i dužeg žleba igle, pojavljuju se petlje. Zbog pogodne konstrukcije ušice i zbog različitih dužina žlebova (slika 9d), veća petlja se formira sa strane kraćeg žleba igle.

Sa strane dužeg žleba igle, sila trenja  $F_2$ , koja se javlja između konca, materijala i igle, je manja od sile trenja  $F_1$  sa strane kraćeg žleba igle između konca, materijala i igle tj.  $F_1 > F_2$ . Korišćenjem ove razlike u silama trenja, delovanje sile  $F_d$  i pogodne konstrukcije oblika ušice igle (ugao  $\alpha$ ), sa strane kraćeg žleba se javlja veća širina petlje (slika 9c i 9d). Oblikovanjem ovakve petlje omogućeno je njeno zahvatanje od strane hvatača i ostvarivanje preplitanja konaca.

Za zahvatanje petlje veoma važno je da vrh hvatača blagovremeno i što je moguće bliže priđe igli (zazor 0.1 do 0.2 mm), a da istovremeno među njima nema dodirivanja.

#### 2.4.3.4. Analiza sila zatezanja konaca pri formiranju zrnčanih bodova

Pri formiranju zrnčanog boda gornji konac treba da povuče donji u otvor uboda, tako da se preplitanje konca izvrši u sredini materijala (slika 10).



Slika 10. Sile zatezanja konca pri oblikovanju zrnčanog boda

Tada se kod zatezanja boda javljaju sledeće sile [19,20,65]:

- sila zatezanja iglenog konca  $T_i$ ,
- sila zatezanja konca hvatača iznad kalemčića  $T_h$ ,
- sila zatezanja gornjeg (iglenog) konca sa strane boda  $T_{ib}$ ,
- sila zatezanja donjeg konca (konca hvatača) sa strane boda  $T_{hb}$ ,
- sile trenja čvora petlje u otvoru uboda svake grane gornjeg i donjeg konca, posebno  $F_i$  i  $F_h$ .

Trenje ostalih delova konca u otvoru uboda igle je neznatno, pa se može zanemariti. Ako se pretpostavi da se sve sile koje deluju pri zatezanju boda nalaze u jednoj ravni i da deluju iz koordinatnog početka, onda je iz uslova ravnoteže ( $\sum Y_i = 0$ , suma projekcija svih sila na y osu jednaka je nuli):

$$T_i - F_i + (T_{ib} + F_i) \cdot \cos \beta_1 - T_h + F_h - (T_{hb} + F_h) \cdot \cos \beta_2 = 0 \quad (22)$$

Sile  $T_{ib}$  i  $T_{hb}$  se mogu izraziti preko  $T_i$  i  $T_h$  po Euler-ovoj formuli:

$$T = T_o \cdot e^{\mu \cdot \alpha} \quad (N) \quad (23)$$

gde su:  $T$  - sila zatezanja grane gornjeg konca koja dolazi od igle (N),

$T_o$  - sila zatezanja grane gornjeg konca sa strane boda (N),

$\mu$  - koeficijent trenja konca o konac,

$\alpha$  - obuhvatni ugao gornjeg konca sa donjim u petlji (čvoru) boda (rad).

Na osnovu navedenih razmatranja i istraživanja [20] utvrđeni su približni odnosi između sile zatezanja iglenog konca  $T_i$  i sile zatezanja konca hvatača  $T_h$ , kada se konci prepliću:

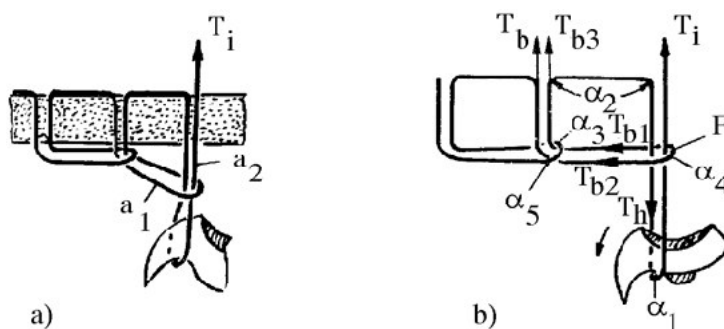
- unutar materijala,  $T_i = 2.2 \cdot T_h$  do  $4 \cdot T_h$ ,
- na gornjoj površini materijala,  $T_i = 4.5 \cdot T_h$  do  $5.4 \cdot T_h$ ,
- na donjoj površini materijala,  $T_i = 1 \cdot T_h$  do  $1.6 \cdot T_h$ .

Zategnutost gornjeg konca može imati izvesna odstupanja koja zavise od debljine i elastičnosti dela materijala koji se šije, koeficijenta trenja između konca i materijala, zategnutosti donjeg konca [21].

#### 2.4.3.5. Analiza sila zatezanja konaca pri formiranju lančanih bodova

Kod formiranja lančanih bodova igleni konac se pomera u dva otvora uboda materijala, a kod zrnčanih u jedan. Osim toga, lančani bodovi se prethodno zatežu pomoću igle, dok se završno zatezanje boda u početku vrši od strane dodavača konca a na kraju od strane hvatača. Najveće zatezanje iglenog konca se ostvaruje od strane hvatača [19,20].

Proces oblikovanja jednostrukog lančanog boda počinje zatezanjem petlje  $a_1$  (slika 11a) prethodnog boda, koja obilazi narednu petlju  $a_2$  istog konca, koju je hvatač zahvatio.



Slika 11. Zatezanje konca pri oblikovanju jednostrukog lančanog boda

Sila zatezanja konca sa strane hvatača (slika 11b) određuje se formulom:

$$T_h = T_b \cdot e^{\mu \cdot \sum \alpha_i} + F \text{ (N)} \quad (24)$$

gde su:  $T_h$  - sila zatezanja boda sa strane hvatača (N),

$T_b$  - sila zatezanja konca sa strane boda (N),

$\mu$  - koeficijent trenja sa koncem i materijalom,



$\Sigma\alpha_i$  - zbir obuhvatnih uglova konca oko materijala i konaca  $2\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5$  (rad),

F - sila trenja koja proizilazi iz razlike sila zatezanja grana petlje:

$$F = T_{b1} - T_{b2} = T_b \cdot e^{\mu(\alpha_4 + \alpha_5)} - T_b \cdot e^{\mu\alpha_5} = T_b (e^{\mu(\alpha_4 + \alpha_5)} - e^{\mu\alpha_5}) \quad (N) \quad (25)$$

Zamenom vrednosti za F i  $\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_5 = \pi/2$  i  $\alpha_4 = \pi$  u jednačini 24, dobija se:

$$T_h = T_b \cdot (e^{3\mu\pi} + e^{1.5\mu\pi} - e^{0.5\mu\pi}) \quad (N) \quad (26)$$

Za vreme konačnog zatezanja boda hvatač zateže konac sa strane igle (slika 11b). Sila ovog zatezanja može se odrediti primenom sledeće formule:

$$T_h = T_i \cdot e^{\mu_1 \alpha_1} + F = T_i \cdot e^{\mu_1 \pi} + F \quad (N) \quad (27)$$

gde su:  $\mu_1$  - koeficijent trenja konca o telu hvatača,

$\alpha_1$  - obuhvatni ugao konca ( $\alpha_1 = \pi$ ) oko tela hvatača (rad).

Iz jednačina (26) i (27) dobija se jednačina za izračunavanje sile zatezanja konca sa strane igle  $T_i$  (N) pri konačnom zatezanju boda i odmotavanju konca sa kalema:

$$T_i = T_b \cdot e^{(3\mu - \mu_1)\pi} \quad (N) \quad (28)$$

Za  $\mu = 0.3$  i  $\mu_1 = 0.15$  sledi da je  $T_h = 26 \cdot T_b$ ,  $T_i = 11 \cdot T_b$ . Iz ovoga proizilazi da je pri završnom zatezanju jednostrukih lančanih bodova zatezanje konca od strane igle gotovo 2.5 puta manje od zatezanja konca od strane hvatača, pod čijim se dejstvom zateže bod.

Za dvostruki lančani bod zatezanje iglenog konca  $T_i$  (N) određuje se formulama:

- u početku završnog zatezanja boda:

$$T_i = T_h \cdot e^{2.5\mu\pi} \quad (N) \quad (29)$$

- na kraju zatezanja boda:

$$T_i = 2 \cdot T_h \cdot e^{2.5\mu\pi} \quad (N) \quad (30)$$

gde su:  $T_h$  - zatezanje konca hvatača (N),

$\mu$  - srednja vrednost koeficijenta trenja konca o konac i o materijal.

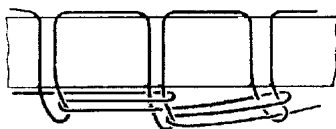
Pri  $\mu = 0.3$ , po ovim formulama je u početku zatezanja boda  $T_i = 10.6 \cdot T_h$ , a na kraju  $T_i = 21.2 \cdot T_h$ .

Kod zrnčanog boda zatezanje gornjeg konca je veće od zatezanja donjeg konca za 2 do 4 puta. Shodno tome, kod dvostrukog lančanog boda zatezanje donjeg konca, na kraju zatezanja boda, je oko 5 do 10 puta manje od zatezanja tog istog konca u zrnčanom bodu. Zahvaljujući tome donji konac dvostrukog lančanog boda može biti manje jačine, pogotovu što osnovno opterećenje pri naprezanju šava prima gornji konac [21].

Formula 30 utvrđuje određeni odnos između zatezanja iglenog konca i konca hvatača, pri čemu dvostruki lančani bod ima normalno zatezanje bodova:

$$\frac{T_i}{T_h} = 2 \cdot e^{2.5\mu\pi} \quad (31)$$

U slučaju smanjenja tog odnosa više od dva puta, petlje iglenog konca će se duž šava primetno izvući ispod materijala (slika 12) [20].



Slika 12. Nezategnuti konci dvostrukog lančanog boda

#### 2.4.3.6. Dodavanje materijala

Posle oblikovanja (formiranja) boda, materijal za šivenje se mora dodati za određenu dužinu, odnosno za određeni korak dodavanja. Ova veličina se naziva korak boda ili dužina boda (rastojanje između dva susedna uboda igle).

Za vreme dodavanja materijala (slika 13), papučica pritišće materijal prema zupcima zupčaste letve [19,20,22]. Tada se javljaju sledeće sile trenja:

$$F_1 = \mu_1 \cdot F \text{ (N)} \quad (32)$$

$$F_2 = \mu_2 \cdot F \text{ (N)} \quad (33)$$

$$F_3 = \mu_3 \cdot F \text{ (N)} \quad (34)$$

gde su:  $F_1$  - sila trenja između zubaca letve i materijala (N),

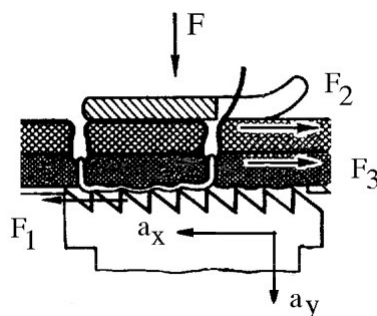
$F_2$  - sila trenja između materijala i papučice (N),

$F_3$  - sila trenja između slojeva materijala (N),

$\mu_1$  - koeficijent trenja između zubaca letve i materijala,

$\mu_2$  - koeficijent trenja između materijala i papučice,

$\mu_3$  - koeficijenti trenja između slojeva materijala.



Slika 13. Šema dodavanja - pomicanja materijala (papučica i transportni zupci)

Sile trenja  $F_1$  i  $F_3$  treba da budu dovoljno velike da bi savladale ne samo silu trenja  $F_2$ , nego i sile trenja između materijala i stola a takođe i materijala i platforme (ploče) mašine,

koje se javljaju pod dejstvom težine materijala, pritiska ruku radnika na njega, otpora ulaženja materijala ispod papučice, sile inercije mase materijala i dr. Zbog toga koeficijenti trenja  $\mu_1$  i  $\mu_3$  treba da budu znatno veći od koeficijenta trenja  $\mu_2$ . Isto tako, pritisak papučice treba da bude optimalan tj. da ne dozvoli proklizavanje zupčaste letve i povredu materijala njenim zupcima.

Neka veličine  $a_x$  i  $a_y$  predstavljaju ubrzanje zubaca u horizontalnom i vertikalnom pravcu, tada se može napisati da je uslov dodavanja materijala:

$$F_1 \geq F_2 + m_1 \cdot a_x + F_3 \text{ (N)} \quad (35)$$

gde su:  $m_1$  - masa dela materijala koji se pomera zupcima (kg),

$a_x$  - ubrzanje kojim se pomera materijal u horizontalnom pravcu ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ).

Kada nema klizanja između slojeva materijala ( $F_3 = 0$ ), tada se zamenom vrednosti za  $F_1$  i  $F_2$  u jednačini 30 dobija da je sila kojom papučica pritiskuje materijal:

$$F = \frac{m_1 \cdot a_x}{\mu_1 - \mu_2} \text{ (N)} \quad (36)$$

Da bi se povećao koeficijent trenja  $\mu_1$  transportni zupci mora da budu oštri, a da bi se smanjila sila  $F_2$ , površina papučice mora biti dobro polirana (glatka).

Pri podizanju i spuštanju papučice svi delovi vezani za nju se kreću ubrzanjem  $a_y$ . Zato se pri određivanju sile koja pritišće oprugu ovog mehanizma uzimaju u obzir i mase tih delova:

$$F_1 = F + m_2 \cdot a_y \text{ (N)} \quad (37)$$

gde su:  $m_2$  - masa papučice i svih delova koji su vezani za nju (kg),

$a_y$  - ubrzanje zubaca u vertikalnom pravcu ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ).

## 2.5. Kvalitet spojenih delova odeće

Da bi savremena konfekcijska proizvodnja bila visokog kvaliteta, šavovi na odeći su postali kvalitativno obeležje, aplikacija trenda i značajna pomoć za isticanje privlačnosti dezena. Uspešnost na tržištu odevnih proizvoda zavisi i od kvaliteta šavova. Tu spadaju mehaničke karakteristike (prekidna sila, postojanost na smicanje i habanje, elastičnost, deformacione karakteristike), opip, udobnost kod nošenja, postojanost na pranje i čišćenje, trajnost, sigurnost. Da bi se dobio visok kvalitet šava, sve ove karakteristike neophodno je uskladiti sa svojstvima materijala koji se spaja. Izbor šavova i bodova pri izradi odeće prvenstveno zavisi u koje svrhe je ta odeća namenjena.

Izbor tipa boda i šava diktiraju određeni zahtevi (namena proizvoda, elastični i neelastični šav, koje naprezanje se očekuje u šavu tokom upotrebe, vrsta materijala koji se šije

i dr.) [1,22]. Na mehanička svojstva šavova utiču: konstrukcija šava (broj slojeva i raspored materijala), veličina prošivanja na šavu (rastojanje od linije šivenja do ivice materijala) i tehnološki režim šivenja (gustina boda, vrsta i zategnutost konca, smanjenje jačine konca i materijala pri šivenju i dr).

Pravilan izbor šava i boda, vrste konca, gustine boda, materijala i mašine za šivenje su zbog toga od posebne važnosti.

U tabeli 6 su prikazani strukturni pokazatelji kvaliteta spojenih delova odeće [23,24].

Tabela 6. Strukturni pokazatelji kvaliteta spojenih delova odeće

|                          |                                                                            |                               |                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.<br>Estetski           | 1.1. Vizuelni efekat                                                       |                               | 1.1.1. Ravna linija šivenja i šava<br>1.1.2. Ravnomernost gustine boda<br>1.1.3. Zbijenost spojenih slojeva<br>1.1.4. Celovitost šivenja                                                                                            |
|                          | 1.2. Usaglašenost sa normativno-tehničkom dokumentacijom                   |                               | 1.2.1. Usaglašavanje podužne mase konca prema debljini tkanine<br>1.2.2. Usaglašavanje gustine boda prema standardu<br>1.2.3. Usaglašavanje boje konca sa bojom materijala                                                          |
|                          | 1.3. Deformacije nastale koncima boda i mehanizmom za dodavanje materijala |                               | 1.3.1. Talasavost materijala po liniji šava<br>1.3.2. Sabijenost materijala duž šava<br>1.3.3. Sabijenost materijala poprečno na šav<br>1.3.4. Nabiranje donjeg sloja materijala                                                    |
|                          | 1.4. Deformacije nastale vlažno-toplotnim i dejstvima od pritiska prese    |                               | 1.4.1. Skupljanje pod uticajem toplote i vlage<br>1.4.2. Sabijanje spojenih delova krajeva                                                                                                                                          |
| 2.<br>Mehanički          | 2.1. Stabilnost šava na naprezanja                                         |                               | 2.1.1. Jačina šava u uzdužnom pravcu<br>2.1.2. Izduženje šava u uzdužnom pravcu<br>2.1.3. Jačina šava u poprečnom pravcu<br>2.1.4. Izduženje šava u poprečnom pravcu<br>2.1.5. Otpornost na smicanje                                |
|                          | 2.2. Stabilnost na dejstvo igle                                            |                               | 2.2.1. Oštećenje materijala od igle<br>2.2.2. Oštećenje konca od igle<br>2.2.3. Termopostojanost materijala<br>2.2.4. Termopostojanost konca                                                                                        |
| 3.<br>Eksploatacioni     | 3.1. Trajnost spojeva (dugovečnost)                                        |                               | 3.1.1. Stabilnost na višestruka naprezanja<br>3.1.2. Stabilnost prema trenju<br>3.1.3. Osipanje niti tkanine iz šava<br>3.1.4. Otpornost na dejstvo svetlosti<br>3.1.5. Otpornost na dejstvo hemijskih sredstava, pranja i peglanja |
|                          | 3.2. Postojanost forme                                                     |                               | 3.2.1. Elastičnost<br>3.2.2. Gužvanje<br>3.2.3. Rasturanje bodova u šavu<br>3.2.4. Skupljanje pod dejstvom vode, hemijskih sredstava i pranja                                                                                       |
| 4.<br>Higijenski         | 4.1. Stepen propustljivosti                                                |                               | 4.1.1. Propustljivost vazduha<br>4.1.2. Propustljivost pare<br>4.1.3. Higroskopnost                                                                                                                                                 |
|                          | 4.2. Zaštitna svojstva                                                     |                               | 4.2.1. Zaštita od spoljne vlage<br>4.2.2. Postojanost na hemijske materije i agresivna sredstva                                                                                                                                     |
| 5.<br>Tehničko-ekonomski | 5.1.<br>Tehnologija spajanja                                               | 5.1.1. Tehnologija izrade     | 5.1.1.1. Step tehnike opremljenosti<br>5.1.1.2. Step primenjivanja paralelnih metoda obrade<br>5.1.1.3. Minimalna količina spajanja u proizvodu<br>5.1.1.4. Težina osnovnih radnji<br>5.1.1.5. Težina završnih radnji               |
|                          |                                                                            |                               | 5.1.2.1. Pogodnost pri izradi na dejstvo hemijskih sredstava, pranja i peglanja<br>5.1.2.2. Pogodnost na obnavljanje (prepravke)                                                                                                    |
|                          |                                                                            | 5.2.1. Materijalni kapaciteti | 5.2.1.1. Rashod osnovnog materijala<br>5.2.1.2. Rashod pomoćnog materijala<br>5.2.1.3. Rashod spajajućih elemenata<br>5.2.1.4. Rashod hemijskih sredstava i sredstava za pranje                                                     |
|                          |                                                                            |                               | 5.2.2.1. Gubici na uređajima (stepen iskorišćenja)<br>5.2.2.2. Troškovi održavanja                                                                                                                                                  |
|                          |                                                                            | 5.2.2. Tehnički kapaciteti    |                                                                                                                                                                                                                                     |
|                          |                                                                            |                               |                                                                                                                                                                                                                                     |

### **2.5.1. Mehanička svojstva šavova**

Mehanička svojstva predstavljaju kompleks svojstava koja određuju sposobnost šavova i tkanih materijala da se suprotstave delovanju različitih spoljašnjih sila koje mogu da izazovu različite vidove deformacija (smicanje, sabijanje, zatezanje - istezanje, uvijanje, savijanje itd.). Kao rezultat delovanja tih sila dolazi do promena oblika i dimenzija, odnosno spoljašnjeg izgleda. Veličina izazvane deformacije zavisi od vrste, intenziteta, načina i vremena delovanja sile, kao i od perioda relaksacije materijala.

Poznato je da osim promena oblika i dimenzija dolazi i do poremećaja strukture šavova i materijala. U trenutku kada primenjena sila po intenzitetu prevaziđe vrednost intenziteta prekidne sile struktura dobija potpunu destrukciju.

Prema klasifikaciji Kukin-a, u zavisnosti od karaktera deformacije (zatezanje, sabijanje, smicanje, savijanje, uvijanje), sva mehanička svojstva se mogu podeliti na različite tipove ciklusa opterećenje - rasterećenje - odmor materijala [25].

U načelu postoje tri klase mehaničkih svojstava:

- poluciklične, dobijene ispitivanjem materijala u toku dejstva opterećenja
- jednociklične, dobijene ispitivanjem materijala u toku celog ciklusa opterećenje-rasterećenje-odmor,
- višeciklične, nastaju kao rezultat delovanja celog ciklusa više puta.

Da li prilikom ispitivanja materijala dolazi do njegovog kidanja, tj. do potpunog narušavanja strukture ili ne, poluciklične i višeciklične karakteristike se mogu podeliti na prekidne i neprekidne [17,25].

Imajući u vidu činjenicu da vlakna predstavljaju polaznu sirovinu za izradu pređe od koje dalje nastaje tkanina pa potom odevi predmet, može se reći da su u krajnjoj liniji svojstva gotovih proizvoda uslovljena svojstvima vlakana.

Svojstva vlakana zavise od svojstava polimera (međuatomske i međumolekulske veze, međusobni raspored, orijentisanost makromolekula, sadržaj kristalnih i amorfni područja, masa i gustina pakovanja molekula i sl.) i od svojih geometrijskih karakteristika (oblik poprečnog preseka, veličina prečnika, dužina, izgled površine).

Svojstva tkanine su zavisna pre svega svojstvima pređe, kao osnovnog gradivnog elementa i karakteristikama kao što su gustina, utkanje, prepletaj, masa, poroznost i sl.

Svojstva odeće zavise pre svega od primenjene tkanine, spajajućeg elementa (šivaćeg konca), oblika krojeva, izdržljivosti šavova, dugovečnosti.

#### **2.5.1.1. Poluciklične prekidne karakteristike**

Poluciklične prekidne karakteristike predstavljaju pokazatelj stepena otpora šavova prema delovanju spoljašnjih sila koje teže da potpuno naruše strukturu šava i dovedu do njegovog kidanja [25, 26]. Osnovni pokazatelji ove vrste karakteristika su:

- prekidna sila (apsolutna, relativna i specifična),
- prekidni napon,
- prekidno izduženje (apsolutno i relativno),
- rad kidanja.

Poznavanje ponašanja tkanine sa šavom prilikom zatezanja do trenutka kidanja, omogućava određivanje njene sposobnosti da se suprostavi dejstvu sile zatezanja. Imajući u vidu činjenicu da sila zatezanja može delovati u jednom pravcu (poprečno na šav ili duž šava), u oba pravca istovremeno ili normalno na površinu materijala u predelu šava, može se posebno razmatrati jednoosno, dvoosno i prostorno zatezanje šava.

#### **2.5.1.1.1. Jednoosno zatezanje (naprezanje) šavova**

Kada se šav izloži dejstvu aksijalne sile, ona će izazvati njegovo jednoosno zatezanje. Tom prilikom se dobijaju vrednosti prekidne sile i prekidnog izduženja koje se smatraju veoma važnim karakteristikama za kategorizaciju šavova sa aspekta njihovih osnovnih mehaničkih karakteristika.

Prekidna sila ( $F_p$ ) je maksimalna sila koju tkanina sa šavom izdrži prilikom zatezanja do svog prekida. Prilikom definisanja prekidne sile osnovni problem koji se javlja je otkrivanje mehanizma razaranja tkanine sa šavom. Poznato je nekoliko teorija koje objašnjavaju razaranje [25]:

- teorija kritičnog naprezanja,
- statistička teorija,
- kinetička teorija,
- mehanička teorija.

Teorija kritičnog naprezanja uzima u obzir nesavršenost strukture šavova i tkanina. Posledica takve nesavršenosti je pojava izvesnog broja defekata. Razaranje šava i tkanine u predelu šava počinje upravo na mestima gde su defekti, u momentu kada opterećenje izazove prenapregnutost koja odgovara teorijskoj prekidnoj sili. Pri tome se nastali defekti šire kroz materijal i izazivaju njegovo dalje razaranje.

Statistička teorija razmatra razaranje materijala kao proces koji se odvija u toku nekog vremena. Razaranje šava ne nastupa istovremeno po celoj površini delovanja, već od kritičnog defektnog mesta. Materijal se postepeno razara kao rezultat povećanja defekata.

Prema kinetičkoj teoriji razaranje materijala ne nastaje toliko na račun dejstva mehaničkih sila, koliko na račun toplotnog kretanja atoma. Važnu ulogu pri međuatomskim dejstvima ima neravnomernost toplotnog kretanja, odnosno energetska fluktuacija. Određeni atomi pri tom dobijaju kinetičku energiju mnogo puta veću od prosečne. Sa povećanjem energije raste i sila toplotnog kidanja u međuatomskim vezama. Razaranje materijala nastaje

kao rezultat fluktuacije toplotne energije termičkog raspadanja međuatomskih veza. Sa stanovišta kinetičke energije glavni faktori koji utiču na prekidnu silu materijala su apsolutna temperatura  $T$ , napon  $\sigma$  i vreme trajanja naprezanja  $t_p$ . Fundamentalna karakteristika prekidne sile materijala je njena dugovečnost:

$$t_p = \tau_o \cdot e^{\frac{U_o - \gamma \sigma}{R \cdot T}} \quad (38)$$

gde su:  $\sigma$  - napon ( $N \cdot m^{-2}$ ),

$\tau_o$  - konstanta koja ne zavisi od prirode i strukture materijala već predstavlja vreme trajanja jedne toplotne oscilacije atoma ( $10^{-12} \div 10^{-13}$  s),

$U_o$  - energija aktivacije razaranja, odnosno energija veze za svaki materijal (J),

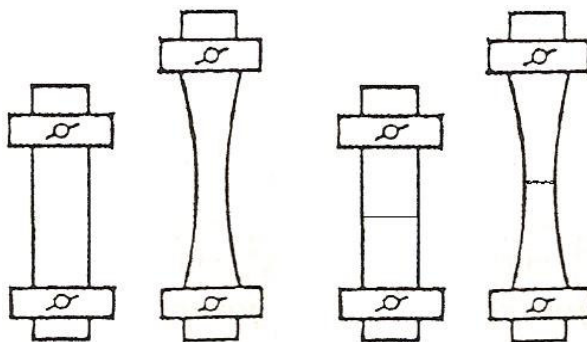
$\gamma$  - koeficijent koji zavisi od strukture materijala i homogenosti naprezanja,

$R$  - univerzalna gasna konstanta ( $J \cdot mol^{-1} \cdot ^\circ K^{-1}$ ),

$T$  - apsolutna temperatura ispitivanja ( $^\circ K$ ).

Mehanička teorija objašnjava prekidnu silu materijala kroz određivanje uslova kidanja i pojavu i prostiranje deformacija (elastične, viskoelastične, plastične) u materijalu.

Zatezanje u jednom pravcu dovodi do smanjenja poprečnih dimenzija, odnosno izaziva kontrakciju, koja je najveća na sredini uzorka (slika 14).



Slika 14. Promena forme i dimenzija tkanine i šavova pri zatezanju

Svojstvo kontrakcije tkanine i šava se može kvantitativno prikazati koeficijentom poprečnog skupljanja  $K_s$ , koji predstavlja količnik relativnog poprečnog skraćivanja uzorka  $\varepsilon_{ps}$  (mm) i relativnog izduženja  $\varepsilon$  (mm):

$$K_s = \varepsilon_{ps} / \varepsilon \quad (39)$$

Veličina  $K_s$  za tkanine i šavove se kreće u granicama  $0.5 \div 1.3$ .

Zavisnost prekidne sile  $F$  i relativnog izduženja  $\varepsilon$  je funkcija  $\iota$ -tog stepena:

$$F = \beta \cdot \varepsilon^\iota \quad (40)$$

gde su:  $\beta$  i  $\iota$  - koeficijenti koji zavise od vrste materijala i njegove strukture.

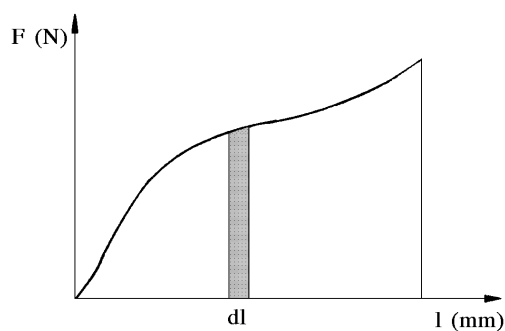
Pored pomenutih pokazatelja elastičnosti tkanina i šavova, javlja se i rad kidanja kao kompleksna karakteristika koja uzima u obzir i prekidnu silu i izduženje. Rad kidanja odražava karakter promene sile srazmerno porastu deformacije [27].

Ako na materijal deluje sila zatezanja  $F_z$  koja izaziva njeno izduženje, odnosno priraštaj dužine  $\Delta l_t$ , znači da je primenjena sila izvršila elementarni rad  $dA$ :

$$dA = F_z \cdot dl_t \quad (41)$$

$$A_k = \int_0^{l_k} F_z \cdot dl_t \quad (42)$$

Veličina rada utrošenog na prekid tkanine sa šavom proporcionalna je površini  $S_f$ , koja se nalazi ispod dijagrama sila - izduženje (slika 15).



Slika 15. Određivanje rada kidanja na osnovu dijagrama sila - izduženje

Praktični rad sile utrošen na prekid uzorka  $A_k$  može se odrediti po formuli:

$$A_k = F \cdot l_k \cdot \eta \quad (43)$$

gde su:  $l_k$  - dužina kidanja uzorka (m),

$\eta$  - koeficijent popunjenosti dijagrama prekidna sila- izduženje:

$$\eta = \frac{S_f}{S} \quad (44)$$

gde su:  $S_f$  - faktička površina koja odgovara radu ( $m^2$ ),

$S$  - površina koja odgovara pravougaoniku ( $m^2$ ).

Za većinu tkanina i tkanina sa šavom vrednost  $\eta$  se kreće u granicama 0.25÷0.75.

Kod naprezanja, odnosno zatezanja, šavova u pravcu linije šava, mehaničke karakteristike će zavisiti pre svega od mehaničkih karakteristika tkanine jer je konac u šavu (tj. sam šav) elastičniji od tkanine zbog veće dužine konca. Tako se očekuje da sile opterećenja imaju veće vrednosti od sile opterećenja same tkanine zbog povećanja širine uzorka (zbog savijanja materijala) dok istezanja imaju manje vrednosti.



### 2.5.1.1.2. Modeli elastičnosti šavova pri zatezanju

Postavljanje modela elastičnosti šavova (tkanina sa šavom) ima za cilj jednostavnije opisivanje zavisnosti između napona, vremena njegovog dejstva, nastale deformacije i postavljanje diferencijalnih jednačina deformacije. Primena modela kao odraza mehaničkih svojstava tekstilnih materijala ima velikog značaja pri prognoziranju njihovog ponašanja u različitim uslovima eksploatacije. U izvesnom broju radova može se uočiti primena tri modela: Maksvell-ovog, Kelvin-Foygt-ovog, i Frenkel-ovog, s obzirom da se oni mogu lako prilagoditi eksperimentalnim podacima.

U modelima su elastična svojstva šavova uslovno prikazana pomoću opruga, plastična svojstva - klipovima koji se kreću u cilindrima ispunjenim viskoznom tečnošću, a viskoelastična su predstavljena kombinacijama predhodna dva elementa [17,25,28,29].

Maksvell D. K. je prvi postavio model mehaničkih svojstava. Njegov model (slika 16) je sastavljen od dva redno vezana elementa, odnosno opruge i klipa uronjenog u viskoznu tečnost koja se pokorava Newton-ovom zakonu.



Slika 16. Maksvell-ov model

Na primeru ovog modela može se matematički izraziti zavisnost napona i deformacije pri zatezanju. Ukupna relativna deformacija sistema, nastala pod dejstvom spoljašnje sile, sastoji se iz deformacije (izduženja) opruge i deformacije (pomeranja) klipa i to su: elastična  $\varepsilon_1$  i viskozna  $\varepsilon_2$  deformacija, što prikazano jednačinom oblika:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \quad (45)$$

Diferenciranjem po vremenu dobija se:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon_1}{dt} + \frac{d\varepsilon_2}{dt} \quad (46)$$

Zatezanje opruge pod dejstvom napona  $\sigma$  ( $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ) može se izraziti preko Hook-ovog zakona:

$$\sigma = E_y \cdot \varepsilon_1 \quad (47)$$

gde je:  $E_y$  - modul elastičnosti ( $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$ ),

odnosno:

$$\frac{d\varepsilon_1}{dt} = \frac{1}{E_y} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \quad (48)$$

gde je:  $1/E_y$  - koeficijent elastičnosti opruge.

Pomeranje klipa pod dejstvom te iste sile će se pokoravati Newton-ovom zakonu trenja u tečnostima (Newton-ov zakon viskoznosti):

$$\sigma = \eta_v \cdot v \quad (49)$$

$$\text{gde je: } v = \frac{d\varepsilon_2}{dt} \quad (50)$$

pa je dalje:

$$\sigma = \eta_v \cdot \frac{d\varepsilon_2}{dt} \quad (51)$$

$$\frac{\sigma}{\eta_v} = \frac{d\varepsilon_2}{dt} \quad (52)$$

gde je:  $\eta_v$  -koeficijent dinamičke viskoznosti (Pa·s).

Zamenom jednačina (48) i (52) u jednačinu (46), dobija se:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{E_y} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta_v} \quad (53)$$

$$\frac{d\sigma}{dt} = E_y \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} - E_y \cdot \frac{\sigma}{\eta_v} \quad (54)$$

Ako se uzme da je  $\eta_v / E_y = \tau_r$ , može se napisati:

$$\frac{d\sigma}{dt} = E_y \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} - \frac{\sigma}{\tau_r} \quad (55)$$

Ova jednačina daje karakteristiku relaksacionih svojstva viskoznog tela koje poseduje izvesnu elastičnost i iz nje se može lako odrediti relaksacija napona u materijalu pri konstantnoj deformaciji.

Ako je  $\varepsilon = \text{const.}$ ,  $d\varepsilon/dt = 0$ , onda se jednačina (55) može napisati u obliku:

$$\frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\tau_r} = 0 \quad (56)$$

$$\frac{d\sigma}{dt} = -\frac{\sigma}{\tau_r} \quad (57)$$

Kada se leva i desna strana podele sa  $\sigma/\tau_r$ , sređivanjem se dobija:

$$\frac{d\sigma}{\sigma} = -\frac{1}{\tau_r} dt = -\frac{E_y}{\eta_v} dt \quad (58)$$

a integraljenjem:

$$\sigma = \sigma_{pn} \cdot e^{-t/t_r} \quad (59)$$

gde su:  $\sigma_{pn}$  - početni napon ( $N \cdot m^{-2}$ ),

$t$  - vreme (s),

$t_r$  - konstanta koja određuje tempo relaksacije napona u materijalu sa vremenom, odnosno vreme relaksacije (po Maksvell-u: vreme u toku koga napon opada e puta).

U slučaju da je  $\sigma = \text{const.}$ , jednačina za relaksaciju deformacije biće:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_y} + \frac{\sigma}{\eta_v} t \quad (60)$$

U opštem slučaju, jednačina deformacije za elastični model ima oblik:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\eta_v} \int e^{-\frac{t-\theta}{t_r}} \cdot \sigma \cdot \tau_r \cdot dt_r \quad (61)$$

Pri konstantnoj vrednosti napona:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_{y_1}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{r_1}}}\right) + \frac{\sigma}{E_{y_2}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{r_2}}}\right) + \frac{\sigma}{E_{y_3}} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{r_3}}}\right) \quad (62)$$

odnosno,

$$\varepsilon = d_1 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{r_1}}}\right) + d_2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{r_2}}}\right) + d_3 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{r_3}}}\right) \quad (63)$$

posle uklanjanja opterećenja biće:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \cdot e^{-\frac{t}{\theta_1}} + \varepsilon_2 \cdot e^{-\frac{t}{\theta_2}} + \varepsilon_3 \cdot e^{-\frac{t}{\theta_3}} \quad (64)$$

gde su:  $t_{r_1}, t_{r_2}, t_{r_3} (\theta_1, \theta_2, \theta_3)$  - srednje vreme relaksacije koje odgovara brzim, usporenim i

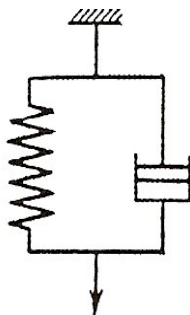
procesima kočenja deformacije, respektivno,

$d_1, d_2, d_3$  - deformacija sa srednjim vremenom relaksacije  $t_{r_1}, t_{r_2}, t_{r_3}$ , respektivno,

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$  - deformacije koje nastaju sa srednjim vremenom zakašnjenja  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ , respektivno.

Za objašnjenje viskoelastičnih svojstava tekstilnih materijala, koristi se model Kelvin Foygt-a (slika 17). Ovaj model se sastoji iz dva paralelno povezana elementa: opruge kao simbola za idealno elastično telo i klipa kao Newton-ove oznake za viskoznost sredine. Zahvaljujući tome, on pokazuje kako je elastičnost povezana sa unutrašnjim trenjem (viskoznošću). Modelu Kelvin Foygt-a odgovara jednačina [30]:

$$\sigma = \varepsilon_1 \cdot E_y + \eta_v \cdot \frac{d\varepsilon_2}{dt} \quad (65)$$



Slika 17. Model Kelvin Foygt-a

Smatrajući da se obe komponente deformacije razvijaju podjednako, može se pretpostaviti:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 \quad (66)$$

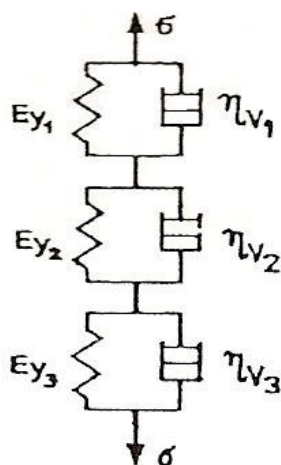
Tada se formula (65) može napisati u obliku:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E_y + \eta_v \cdot \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (67)$$

Za deformaciju pri konstantnom naponu dobija se:

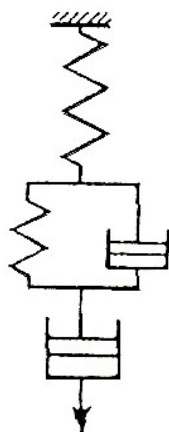
$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_y} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_y t}{\eta_v}} \right) = \frac{\sigma}{E_y} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{1}{t_{r2}}} \right) \quad (68)$$

Imajući u vidu materijale koji imaju visoku sposobnost zatezanja, Koblyakov A. I. daje trokomponentni model Kelvin Foygt-a (slika 18) u kome prvi element označava početnu fazu ralaksacije, drugi-sporu, a treći odgovara procesima kočenja deformacije. Deformacija koja se pokazuje ovim modelom data je jednačinom (64).



Slika 18. Trokomponentni model Kelvin-Foygt-a

Za tekstilne materijale koji imaju znatniju plastičnu deformaciju, primenjuje se Frenkel-ov model ili "model A" [25,28]. Frenkel-ov model se sastoji iz tri dela i može se reći da na neki način predstavlja kombinaciju Maksvell-ovog i Kelvin-Foygt-ovog modela (sl. 19).



Slika 19. Frenkel-ov model

U prvom delu je opruga modula elastičnosti  $E_{y1}$ , što odgovara elastičnoj deformaciji (Hook-ov model). U drugom delu su opruga modula  $E_{y2}$  i klip zaronjen u tečnost sa koeficijentom viskoznosti  $\eta_{v2}$  paralelno vezani i predstavljaju viskoelastičnu deformaciju kao kod modela Kelvin-Foygt-a. Treći deo modela je klip potopljen u tečnost koeficijenta viskoznosti  $\eta_{v3}$  što odgovara plastičnoj deformaciji (Newton-ov model).

U slučaju konstantnog napona, diferencijalna jednačina deformacije koja se prikazuje Frenkel-ovim modelom ima sledeći oblik:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_{y1}} + \frac{\sigma}{E_{y2}} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t_p}{\tau_2}} \right) + \frac{\sigma}{\eta_{v3}} \cdot t_p \quad (69)$$

gde su:  $t_p$ - vreme dejstva opterećenja,

$\tau_2$  - količnik koeficijenta viskoznosti  $\eta_{v2}$  i modula opruge  $E_{y2}$ .

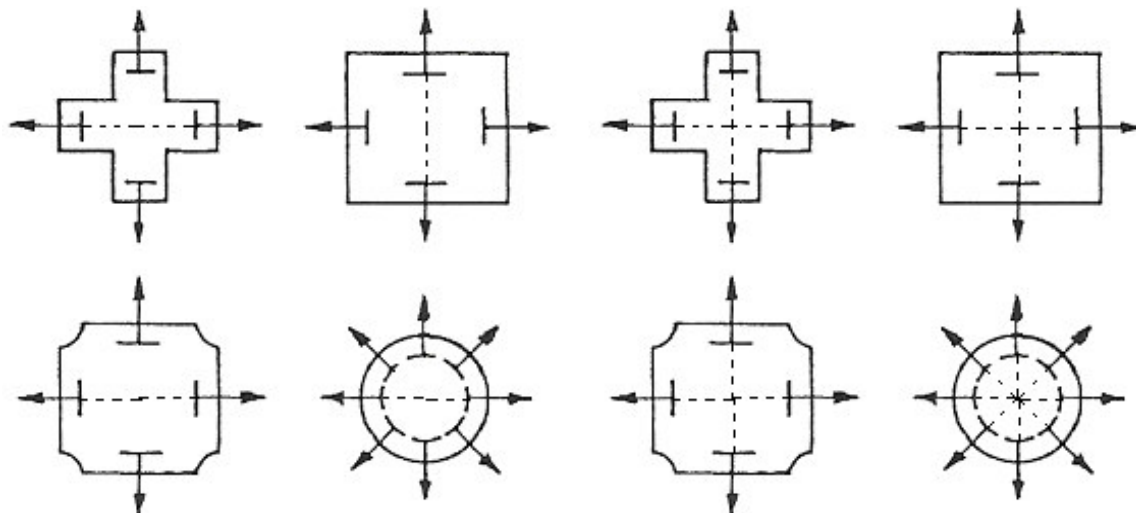
### 2.5.1.1.3. Dvoosno zatezanje šavova

Tokom eksploatacije odevnih predmeta (tkanina sa šavom), oni su u velikom broju slučajeva izloženi dejstvu opterećenja koje izaziva njihovo zatezanje i to istovremeno u različitim pravcima. U tom slučaju napon u materijalu i njegova deformacija nisu isti u svim pravcima i zavise prevashodno od strukture i svojstva tkanine i šavova, od oblika i dimenzija proizvoda i drugih faktora [17,25].

Kod dvoosnog zatezanja, tkanina sa šavom se istovremeno deformiše u dva međusobno normalna pravca gde je pravac opterećenja normalan na pravac linije šava i u pravcu šava. Na slici 20 prikazani su oblici uzoraka, koji se koriste pri ispitivanju tkanina i šavova tokom dvoosnog zatezanja.

Ispitivanje deformacionog mehanizma pri dvoosnom zatezanju je moguće izvršiti pomoću dve metode:

- uzorku se zadaje deformacija u dva uzajamno normalna pravca, koja se razvija istom brzinom u oba pravca,
- uzorak dobija početnu, konstantnu deformaciju u jednom pravcu i postepeno rastuću deformaciju u drugom pravcu, normalnom na pravac zadate početne deformacije.



Slika 20. Oblici uzoraka pri ispitivanju tkanina i šavova tokom dvoosnog zatezanja

Po podacima Monahova (I. A. Monakhov), vrednosti za prekidnu silu tkanina koje su dobijene po prvoj metodi ispitivanja dvoosnog zatezanja su znatno manje (45÷60 %) od pokazatelja ukupne prekidne sile pri jednoosnom zatezanju uzoraka po osnovi i potki. Pri takvom ispitivanju uzorak gotove tkanine se obično deformiše duž osnove, tj. po sistemu koji ima manje izduženje. Zbog činjenice da se uzdužni i poprečni sistemi tkanine istovremeno protive deformaciji, izduženje tkanina pri dvoosnom zatezanju je manje od jednoosnog. To isto važi i kada se šavovi optereće dvoosnom naprežanju. Veće deformacije šavova nastaju u pravcu koji je normalan na liniju šava. Zato značajnu ulogu u mehaničkom ponašanju tkanine i šava ima frikcija između šivaćih konaca u bodu, šivaćih konaca i tkanina u šavu i pređa osnove i potke u tkanini.

#### 2.5.1.1.4. Prostorno zatezanje šavova

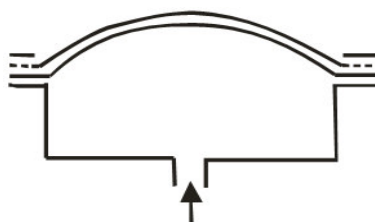
Prostorno zatezanje tkanina sa šavom nastaje primenom opterećenja čiji su pravci delovanja normalni na površinu ispitivanog materijala. Deformacija ovog vida se ispituje preko dinamometra sa kuglicom ili membranom i simulatora opterećenja u kolenu - laktu [17,25,31].

Pri dejstvu sile na kuglicu (slika 21), centralni deo uzorka trpi najveće naprežanje. U tom trenutku nastaje deformacija tkanine odnosno šava, okarakterisana veličinom ugiba i silom kidanja, pri čemu se prvenstveno razara sistem koji ima manju prekidnu silu i manje izduženje.



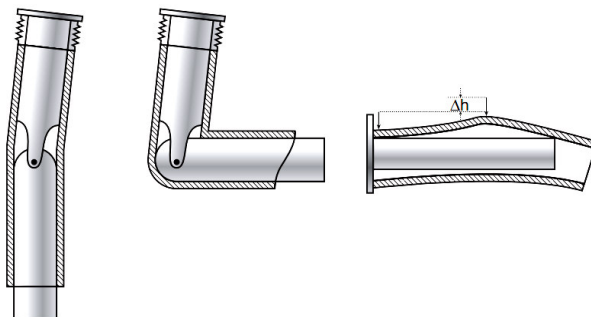
Slika 21. Prostorno zatezanje pomoću kuglice

Druga metoda se zasniva na merenju pritiska vazduha ili tečnosti i veličine ugiba membrane, tj. tkanine i šava kojim je obložena, u trenutku kada dolazi do kidanja materijala (slika 22). Membrana se izrađuje od rastegljivog, izotropnog, gipkog i tankog materijala.



Slika 22. Prostorno zatezanje pomoću uređaja sa membranom

Odevni predmet se uglavnom najpre deformiše u predelu kolena i laktova gde je izložen kompleksnim opterećenjima. Metoda se zasniva na merenju deformacije tj. visine ispupčenja koja se utvrđuje projekcijom slike na zastoru (slika 23).



Slika 23. Prostorno zatezanje - simulacija lakta i kolena

#### 2.5.1.1.5. Poluciklične neprekidne karakteristike

Izlaganjem tkanine i šava delovanju polucikličnog neprekidnog opterećenja dobija se slika o ponašanju materijala u toku jednog dela ciklusa opterećenje - rasterećenje - odmor, tj. samo pri dejstvu opterećenja koje ne dovodi do potpune destrukcije, odnosno kidanja materijala. Na osnovu toga se može proceniti sposobnost materijala da zadrži svoj prvobitni oblik, odnosno otpornost materijala prema bilo kakvoj promeni njegovog oblika tokom dejstva sile zatezanja [17,26].

Kao osnovne policiklične neprekidne karakteristike dobijene pri jednoosnom zatezanju smatraju se:

- sila  $F_\varepsilon(t)$ , kojom se materijal izlaže pri svom zatezanju na zadatu veličinu  $\varepsilon$  za određeno vreme  $t$ ,
- izduženje  $\varepsilon_F(t)$ , pri dejstvu date sile  $F$  u toku određenog vremena  $t$ .

Za kvantitativno karakterisanje tekstilnih materijala sa aspekta njihove otpornosti prema dejstvu sile zatezanja, koristi se modul elastičnosti  $E_y$ , definisan količnikom napona  $\sigma$  koji se razvija u materijalu i relativne deformacije  $\varepsilon$ . Modul elastičnosti se može odrediti grafičkom metodom pomoću ugla nagiba pravolinijskog dela na dijagramu napon - deformacija.

Solovljev (A. N. Soloviev) predlaže da se elastičnost tekstilnih materijala pri zatezanju prikaže kroz veličinu modula početne elastičnosti, modula tekuće elastičnosti i modula krajnje elastičnosti. Modul početne elastičnosti  $E_1$  odražava napon koji je potreban za istezanje uzorka za 1 %:

$$E_1 = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p \cdot K_e} \quad (70)$$

gde su:  $\sigma_p$  - napon pri kidanju (Pa),

$\varepsilon_p$  - prekidno izduženje (%),

$K_e$  - pokazatelj elastičnosti, koji se izračunava po formuli:

$$K_e = \frac{1 - \eta}{\eta} \quad (71)$$

gde je:  $\eta$  - koeficijent popunjenosti dijagrama napon - izduženje.

Modul tekuće elastičnosti  $E_t$ , omogućava ocenu otpornosti materijala prema deformaciji pri bilo kojoj veličini izduženja  $\varepsilon$ :

$$E_t = K_e \cdot E_1 \cdot \varepsilon^{K_e - 1} \quad (72)$$

Modul krajnje elastičnosti  $E_k$  se karakteriše modulom tekuće elastičnosti određenog u momentu prekida materijala:

$$E_k = K_e \cdot E_1 \cdot \varepsilon_p^{K_e - 1} \quad (73)$$

gde je:  $\varepsilon_p$  - prekidno izduženje (%).

### 2.5.1.2. Jednociklične karakteristike

Tokom prerade pređa, tkanina, pletenina, dolazi do promena njihovih dimenzija (najčešće istezanja). Zato je glavni zadatak, kod projektovanja procesa njihove prerade, definisanje dozvoljenih opterećenja koja ne bi prouzrokovala pojavu trajnih deformacija [17,25]. Veličine granica elastičnosti, otpor istezanju i zaostale deformacije opisuju deformacione karakteristike materijala pod dejstvom određene sile zatezanja. Poznavanje deformacionih karakteristika, pod dejstvom stalne ili promenljive sile, omogućava pravilno projektovanje tehnoloških procesa prerade tekstilnih materijala.



Promena dimenzija tkanine sa šavom pri zatezanju počinje od trenutka dejstva sile. Zahvaljujući spoljašnjem delovanju materijal se izdužuje sve dok opterećenje ne dostigne maksimalnu vrednost. U trenutku rasterećenja, ukupna deformacija se sastoji iz tri komponente: elastične, viskoelastične i plastične. Prve dve su povratne, a treća je nepovratna.

Elastična ili brzopovratna deformacija  $\varepsilon_1$  je rezultat dejstva spoljašnje sile koja dovodi do neznatnih promena u polimernoj strukturi. Spoljašnja sila izaziva manje promene rastojanja između molekula polimera, kao i između susednih segmenata i atoma u molekulu. Međutim, međuatomske i međumolekulske veze su sačuvane, a valentni uglovi nešto povećani. Ove promene su praćene pojavom elastične energije u vezama makromolekula, što se izražava malim intenzitetom sile koja izaziva izduženje.

Sličan proces se odigrava i u tekstilnim materijalima. U toku dejstva opterećenja, spoljašnja sila izaziva mala pomeranja susednih vlakana u pređi, pređa u tkanini, konaca u bodu i šavu sa materijalom. Intenzitet spoljašnje sile je manji od privlačnih sila vlakana pređe (privlačnih sila pređe u tkanini i konaca u bodu i šavu), tako da ne dolazi do trajnih poremećaja u strukturi tekstilnih materijala. To se ogleda u njihovoj sposobnosti da zauzmu prvobitni oblik po prestanku dejstva sile.

Elastična deformacija se opisuje Hook-ovim zakonom. Prostire brzinom zvuka kroz ispitivani materijal i nestaje po prestanku dejstva sile istom brzinom.

Viskoelastična ili sporopovratna deformacija  $\varepsilon_2$  nastaje usled toga što se pod dejstvom spoljašnje sile u vezama makromolekula nastavlja nagomilavanje energije. Ovaj proces dovodi do pojave unutrašnjeg naprezanja, koje izaziva promenu konfiguracije i pregrupisavanje molekula polimera. Pod dejstvom sile makromolekuli se ispravljaju i orijentišu u pravcu dejstva sile, odnosno duž ose vlakana. Pri tom dolazi do interakcije susednih makromolekula, kao i do interakcije pojedinih njihovih segmenata. Ova pomeranja se vrše na malim delovima molekula i narušene međumolekulske veze se ponovo uspostavljaju. Takvo pregrupisavanje zahteva određeno vreme trajanja, koje se ostvaruje u procesu relaksacije i dovodi do uspostavljanja ravnotežnog stanja.

Tokom viskoelastične deformacije u pređi se dešava isti proces koji se odigrava u vlaknima. Naime, spoljašnja sila koja izaziva zatezanje, izaziva ispravljanje vlakana, što dovodi do njihovog sve većeg orijentisanja duž ose pređe. Tokom ispravljanja vlakana, narušavaju se postojeće veze, a uspostavljaju se nove, koje dovode do pregrupisavanja vlakana. Po prestanku dejstva sile, usled upredanja pređe, vlakna teže da se ponovo uviju oko ose pređe i na taj način bi zauzela stanje koje odgovara minimumu energije. Za ovaj proces potrebno je izvesno vreme.

Viskoelastična deformacija se opisuje Newton-ovim zakonom.

Ispitivanje viskoelastičnih karakteristika materijala važno je u okviru statičkih testova.

Pri tome su značajni sledeći parametri dobijeni na bazi analize krive  $F - \varepsilon$ :

- početni modul  $E_{pm}$ ,
- sila na granici elastičnosti  $F_e$  i puzanja  $F_{pz}$ ,
- izduženje na granici elastičnosti  $\varepsilon_e$  i puzanja  $\varepsilon_{pz}$ ,
- rad do prekida  $A_p$ , do granice elastičnosti  $A_e$  i rad do granice puzanja  $A_{pz}$ .

Početni modul elastičnosti  $E_{pm}$  javlja se na početku opterećenja. Deformacija u ovoj tački i tački  $E_e$  uglavnom je proporcionalna opterećenju, jer je u području elastičnih deformacija gde važi Hukov zakon. Posle praga elastičnosti sledi prag plastičnosti, odnosno prag puzanja koji prouzrokuje sila koja izaziva prvu nepovratnu promenu ili deformaciju. Sila koja izaziva prvu nepovratnu deformaciju je osnova za definisanje dozvoljenog opterećenja tekstilnog materijala tokom njegove dalje prerade i upotrebe.

Plastična ili nepovratna deformacija  $\varepsilon_3$  materijala nastaje usled nepovratne izmene veza, što ima za posledicu da se materijal ne vraća u prvobitno stanje. Pod dejstvom opterećenja dolazi do narušavanja veza i ireverzibilnog pomeranja segmenata pojedinih makromolekula na dovoljno velika rastojanja. Ovaj proces je potpomognut velikim sadržajem energije koja je sakupljena u toku viskoelastične deformacije.

Unutar pređa nastaje nepovratno pomeranje slabije pričvršćenih delova vlakana, kao posledica dejstva spoljašnje sile koja savlada sile trenja i sile privlačenja kojima su vlakna povezana. Analogan proces se odigrava u tkaninama i u šavovima, odnosno vezivne tačke osnove i potke u tkanini i konaca u bodu (ili šavu) trajno menjaju položaj u odnosu na prvobitnu formu. Ova promena je rezultat delovanja spoljašnje sile koja je veća od sile trenja i privlačne sile u tačkama kontakta osnove i potke i konaca u bodu sa tkaninom. Pošto u toku plastične deformacije mora da se savladaju značajne sile, kako u vlaknima tako i u pređi, to se plastična deformacija razvija sporije od viskoelastične. Zato je osnovno svojstvo plastične deformacije da je ona ireverzibilna.

### **2.5.1.3. Višeciklične karakteristike**

Izlaganje tkanina sa šavom dejstvu višecikličnog opterećenja pruža mogućnost ukupne ocene eksploatacionih i tehnoloških svojstava materijala, pošto ovakva vrsta ispitivanja simulira ponašanje šavova u realnim uslovima njihove upotrebe [17,25].

U početnom periodu višecikličnog opterećenja (nekoliko desetina i stotina ciklusa opterećenje - rasterećenje) materijal se deformiše, ali se njegova struktura po pravilu stabilizuje. Na tom stadijumu višecikličnog zatezanja materijala, uočava se brzi porast zaostale ciklične deformacije, što se objašnjava slabljenjem i kidanjem veza prilikom pregrupisavanja strukturnih elemenata, ali i približavanjem pređa (konaca) i vlakana, što dovodi do uspostavljanja novih veza. Rezultat izvesnog sređivanja strukture materijala jeste

prestanak rasta spore deformacije i porast viskoelastične deformacije za vreme odmora u svakom ciklusu.

Dalje povećanje broja ciklusa ne dovodi do porasta deformacije niti primetne promene u strukturi tkanine sa šavom i njenih svojstava. Ta činjenica se objašnjava time što se materijal (pretrpevši strukturne promene u prvom periodu) nadalje prilagođava novim uslovima. Spoljašnji i unutrašnji faktori, koji učestvuju u suprostavljanju dejstvu opterećenja u svakom ciklusu, pojavljuju se u vidu elastične i elastično - ciklične deformacije sa malim periodima relaksacije. U takvim uslovima materijal je u stanju da izdrži i više desetina hiljada ciklusa bez naglog pogoršanja njegovih svojstava.

U poslednjim stadijumima višecikličnog opterećenja (desetine i stotine hiljada ciklusa) nastaje zamor materijala. Pojava zamora nastaje na mestima koja imaju bilo kakve defekte. Tada dolazi do intenzivnog rasta zaostale ciklične deformacije i razaranja strukture. Da bi se odredila otpornost materijala pri višecikličnom opterećenju, potrebno je znati [26]:

- zaostalu cikličnu deformaciju  $\varepsilon_{oc}$ , koja predstavlja deformaciju koja nastaje za određeni broj ciklusa (obično nekoliko hiljada) a izračunava se po formuli:

$$\varepsilon_{oc} = \frac{100 \cdot \Delta l_{oc}}{l_{du}} \quad (\%) \quad (74)$$

$$\Delta l_{oc} = l_1 - l_{du} \quad (75)$$

gde su:  $\Delta l_{oc}$  - apsolutno izduženje uzoraka posle datog broja ciklusa (mm),

$l_1$  - dužina uzoraka u momentu rasterećenja (mm),

$l_{du}$  - radna dužina uzorka (mm),

- izdržljivost  $n_p$ , koja pokazuje broj ciklusa deformacije zatezanja do potpunog razaranja,

- dugovečnost  $t_p$ , koja predstavlja vreme od početka delovanja višecikličnog opterećenja sa zadatom deformacijom do momenta razaranja, a dobija se iz formule:

$$t_p = n_p / \omega_f \quad (76)$$

gde je:  $\omega_f$  - frekvencija (Hz),

- graničnu izdržljivost  $\varepsilon_p$ , koja predstavlja broj višecikličnih opterećenja koji uzorak izdrži bez destrukcije svoje strukture.

Najvažnija karakteristika tekstilnih materijala (pa i tkanina sa šavom) pri ispitivanju deformacionog ponašanja u uslovima višecikličnog opterećenja je zaostala ciklična deformacija, koja pokazuje postojanost oblika.

Za višeciklično jednoosno zatezanje tkanih materijala i šavova najčešće se koriste sledeće metode ispitivanja:

- metoda koja u svakom ciklusu održava amplitudu apsolutne zadate ciklične deformacije konstantom,
- metoda koja u svakom ciklusu održava amplitudu relativne zadate ciklične deformacije konstantnom,
- metoda koja održava konstantnost amplitude zadatog cikličnog napona u svakom ciklusu.

Najveću primenu u praksi našle su prva i druga metoda, zbog jednostavnosti uređaja na kojima se primenjuju.

#### 2.5.1.4. Predviđanje prekidne sile šava

Prekidna sila je jedan od osnovnih pokazatelja kvaliteta šivenih proizvoda. Zato se ovoj karakteristici u konfekciji poklanja velika pažnja. Kako bi se postigla ujednačena celina proizvoda, prekidna sila treba približno da odgovara jačini materijala koji se spaja. Zavisi od tipa boda, vrste šava, gustine boda, jačine konca, zategnutosti konca, igle za šivenje i dr. [2,19,20,22,32].

Najrasprostranjenija formula teorijskog određivanja jačine šavova (opterećenja) po jedinici dužine poprečnog pravca je:

$$F_{rs} = G_b \cdot Q \cdot \eta \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}\text{)} \quad (77)$$

gde je:  $F_{rs}$  - maks. opterećenje šava u poprečnom pravcu - relativna prekidna sila ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$ ),

$G_b$  - broj bodova na 1 cm šava ili gustina boda ( $\text{cm}^{-1}$ ),

$Q$  - maksimalno opterećenje konca koje odgovara prekidnoj sili (N),

$\eta$  - popravni koeficijent, koji uzima u obzir gubitak jačine konca pri šivenju na mašini i uzajamni odnos jačine petlje boda i jačine konca.

Koeficijent  $\eta$  se kreće od 0.8 do 1.2 za dvostruko zrnčani bod a radi orijentacionih proračuna uzima se da je  $\eta = 1$ . Ova vrednost ne sme se smatrati dovoljno argumentovanom, jer gubitak jačine konca prilikom formiranja boda može da dostigne i do 40 % [28].

Popravni koeficijent za kod dvostruko lančanih bodova je  $\eta \approx 2$ . Zahvaljujući tome, maksimalna prekidna sila šava je za 2 do 3 puta veća od prekidne sile šava izrađenog dvostrukim zrnčanim bodovima (za šav 1.01.01).

Pri ispitivanju uzoraka tkanina sa šavom u poprečnom pravcu u odnosu na šav, na dinamometru opterećenje  $q$  (kod pokretne kleme 2) se raspoređuje ravnomerno (slika 24a) [28]. Na gornjoj klemi 1 se pojavljuje reakcija  $q'$  (N/cm), koja takođe predstavlja ravnomerno raspoređeno opterećenje jednako sa  $q$ , tj.  $q = q'$ .

Ako je poznata vrednost sile pridodata donjoj klemi 2, opterećenje  $q$  će biti:

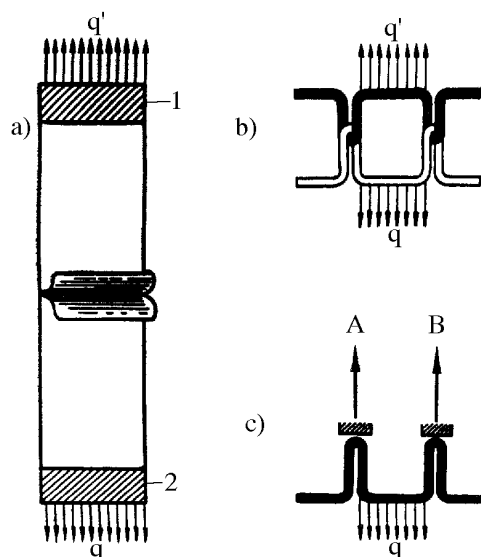
$$q = q' = \frac{F}{b} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (78)$$

gde su:  $q$  - opterećenje uzorka kod pokretne kleme 2 ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$ ),

$q'$  - reakcija opterećenju  $q$  ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$ ),

$F$  - sila povlačenja donje kleme (N),

$b$  - širina sašivenog uzorka tj. širina uzorka na dinamometru (cm).



Slika 24. Opterećenje šava pri rastezanju u poprečnom pravcu  
a) uklješnjavanje uzorka na dinamometru, b) i c) raspodela naprezanja u bodu

Kada se posmatra raspoređenost sile u jednom zrnčanom bodu u idealnom slučaju (slika 24b), očigledno je da će konci u svakom bodu biti opterećeni na istezanje.

Zahvaljujući tome što je  $q = q'$ , može se smatrati da pri istezanju boda neće doći do premeštanja konaca na mestima preplitanja. Zato se zadatak svodi na određivanje reakcija u bočnim stranama boda (slika 24c). Primenujući teoriju otpornosti materijala pri delovanju sile pokretanja donje kleme, mogu se naći vrednosti reakcija  $A$  (N) i  $B$  (N) koje će u datom slučaju karakterisati jačinu konca  $F_k$  ugrađenog u šav:

$$F_k = A = B = \frac{q \cdot a}{2} \text{ (N)} \quad (79)$$

ili

$$F_k = \frac{F \cdot a}{2 \cdot b} \text{ (N)} \quad (80)$$

gde su:  $a$  - dužina boda (mm), koja je jednaka  $a = b/n$ ,

$n$  - broj bodova u sašivenom uzorku materijala.

Zamenom vrednosti za dužinu boda u poslednjoj formuli, dobija se:

$$F_k = \frac{F \cdot a}{2 \cdot b} = \frac{F}{2 \cdot n} \text{ (N)} \quad (81)$$

Prekidna sila šava  $F$  spojenog zrnčanim bodom, može se izraziti formulom:

$$F = 2 \cdot F_k \cdot n = 2 \cdot \frac{F_k \cdot b}{a} \text{ (N)} \quad (82)$$

Ako je poznata početna prekidna sila konca i koeficijent gubitka jačine (oslabljenja) konca u procesu formiranja boda  $\eta$ , poslednja formula dobija oblik:

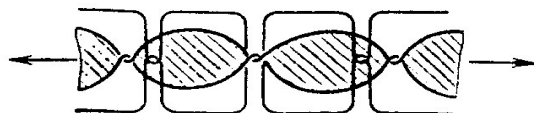
$$F = 2 \cdot F_1 \cdot \eta \cdot n \text{ (N)} \quad (83)$$

gde su:  $F_1$  - početna prekidna sila konca (N),

$\eta$  - koeficijent gubitka (oslabljenja) jačine konca.

Radi korišćenja date formule u praksi, potrebno je prvo eksperimentalnim putem odrediti vrednost koeficijenta smanjenja jačine konca pri različitim uslovima formiranja boda. Odstupanje stvarne vrednosti jačine od izračunate je u granicama od 3 do 8 %.

Pri opterećenju šava u uzdužnom pravcu (u pravcu šivenja), istezanju se suprotstavljaju konci u šavu i sama tkanina. Naprezanje tkanine i konaca se raspoređuje u zavisnosti od njihovih izduženja. Tkanina se u okolini linije šava sabija koncima šava zbog dobijanja elipsastog oblika u bodu pri opterećenju (slika 25). Često puta prvo dolazi do kidanja žica tkanine pa zatim šivaćeg konca, odnosno šava.

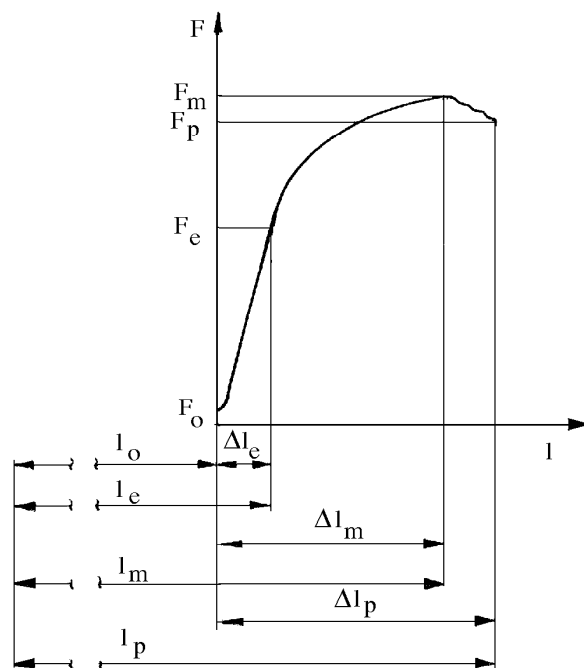


Slika 25. Naprezanje šava u uzdužnom pravcu kod zrnčanog boda

#### 2.5.1.5. Ispitivanje mehaničkih karakteristika šavova

Mehanička svojstva tekstilnih materijala su usmerena na određivanje jačine na vučnu silu, na pritisak, na savijanje, uvijanje, deformacije pri delovanju sila i dr. Jačina predstavlja otpornost na potpuno raskidanje veza između čestica materijala, dok je deformacija posledica naprezanja. Pri tome su kod tekstilnih materijala naročito važni elastični i plastični segmenti deformacije [33].

Ispitivanje se izvodi delovanjem jednosmernog opterećenja na uzorak materijala. Obavlja se na dinamometru delovanjem sile zatezanja (vučne sile). Tom prilikom dolazi do izduženja uzorka, a zavisnost promene veličine sile i izduženja prati se na dijagramu sila - izduženje (slika 26) sa koga se mogu odrediti više mehaničkih i deformacionih karakteristika odgovarajućim postupkom njegove transformacije.



Slika 26. Dijagram sila - izduženje:  $F_o$  - sila predopterećenja,  $F_e$  - sila na granici elastičnosti,  $F_p$  - prekidna sila,  $F_m$  - maksimalna sila,  $\Delta l_e$  - izduženje na granici elastičnosti,  $\Delta l_m$  - izduženje kod maksimalne sile,  $\Delta l_p$  - prekidno izduženje,  $l_o$  - početna dužina uzorka,  $l_e$  - dužina uzorka na granici elastičnosti,  $l_m$  - dužina uzorka pri delovanju maksimalne sile i  $l_p$  - dužina uzorka u momentu prekida

Uzorak materijala će se pod određenim opterećenjem produžavati, a po prestanku delovanja on će se vratiti u prvobitni oblik ili će biti deformisan. Područje u kome se materijal vraća u prvobitno stanje zove se elastično područje. U tom području kriva poprima linearnu funkciju, koju prikazuje Hook-ov zakon:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-2}\text{)} \quad (84)$$

gde su:  $\sigma$  - naprezanje ili napon ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$ ),

$E$  - modul elastičnosti ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-2}$ ),

$\varepsilon$  - istezanje.

U opštem slučaju, naprezanje se određuje kao odnos sile i površine poprečnog preseka uzorka materijala:

$$\sigma = \frac{F}{S} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-2}\text{)} \quad (85)$$

gde su:  $F$  - sila kojom se deluje na uzorak materijala (N),

$S$  - površina poprečnog preseka uzorka u trenutku delovanja sile ( $\text{cm}^2$ ).

Određivanjem naprezanja pomoću početne površine epruvete dobijaju se definicije maksimalnog i prekidnog naprezanja - opterećenja.

Maksimalno opterećenje  $\sigma_m$  je izraženo odnosom maksimalne sile i početne površine poprečnog preseka epruvete:

$$\sigma_m = \frac{F_m}{S_o} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-2}) \quad (86)$$

gde su:  $F_m$  - maksimalna sila (N),

$A_o$  - početna površina poprečnog preseka epruvete ( $\text{cm}^2$ ).

Prekidno opterećenje  $\sigma_p$  je izraženo odnosom prekidne sile i početne površine poprečnog preseka:

$$\sigma_p = \frac{F_p}{S_o} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-2}) \quad (87)$$

gde je:  $F_p$  - prekidna sila (N).

Kada se dostigne sila nakon čijeg prestanka delovanja ne ostaju trajne deformacije na materijalu je sila na granici elastičnosti  $F_e$ .

Daljim povećanjem naprezanja ( $F > F_e$ ) zapaža se sve veći porast produženja u odnosu na porast naprezanja (nestaje proporcionalnost). Prestankom opterećenja u tom delu, materijal se ne vraća u prvobitni oblik, već u njemu ostaje određena trajna (plastična) deformacija.

Najveće postignuto opterećenje je maksimalna sila  $F_m$  nakon koje materijal klone. Tada dolazi do njegovog prekida što predstavlja prekidnu silu  $F_p$ . U nekim slučajevima je prekidna sila jednaka maksimalnoj.

Produženje uzorka  $\Delta l$  se definiše kao razlika između dužine uzorka u trenutku delovanja sile  $F$  i početne dužine:

$$\Delta l = l - l_o \text{ (cm)} \quad (88)$$

gde su:  $l$  - dužina uzorka (cm) u trenutku delovanja sile  $F$ ,

$l_o$  - početna dužina uzorka (cm).

Maksimalno produženje  $\Delta l_m$  predstavljeno je izrazom:

$$\Delta l_m = l_m - l_o \text{ (cm)} \quad (89)$$

gde je:  $l_m$  - dužina uzorka u trenutku delovanja maksimalne sile (cm).

Prekidno produženje  $\Delta l_p$  iskazano je izrazom:

$$\Delta l_p = l_p - l_o \text{ (cm)} \quad (90)$$

gde je:  $l_p$  - dužina uzorka u trenutku delovanja prekidne sile (cm).

Iz odnosa produženja u trenutku delovanja sile  $F$  i početne merne dužine uzorka izračunava se izduženje materijala  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_o} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (91)$$



#### **2.5.1.5.1. Pregled metoda za određivanje mehaničkih karakteristika šavova**

Određivanje prekidnih karakteristika i deformacija šavova izvodi se posmatranjem i merenjem promena na šavu koji je izložen opterećenju. U načelu, merenje se može izvesti opterećenjem šava u smeru šava i opterećenjem u smeru poprečnom na šav. Kod određivanja mehaničkih karakteristika šavova karakteristične su dve veličine: sila kod koje dolazi do oštećenja, odnosno kidanja šava, i pripadajuće izduženje [14].

Uglavnom se ispitivanje naprezanja šava izvodi opterećenjem u smeru poprečnom na šav. Kod prevelikog opterećenja dolazi do kidanja bodova u šavu, tj. do kidanja konca. Ukoliko prekidna jačina tkanine i jačina na smicanje zadovoljavaju, jačina šava zavisice od kvaliteta upotrebljenog šivaćeg konca, tipa boda, šava i dr.

Kod opterećenja šava u smeru šava posmatra se izduženje tkanine i izduženje šava. Ako je tkanina manje rastegljiva od šava, jačina šava će zavisiti od svojstva tkanine. U suprotnom slučaju, ako je šav manje rastegljiv od tkanine, jačina šava zavisice od svojstva šivaćeg konca i konstrukcije šava.

Uzorci tkanine sa šavom mora da budu sašiveni i ispitivani pod tačno definisanim uslovima, u smeru osnove i u smeru potke. To je neophodno s obzirom na različite gustine žica osnove i potke i uglavnom različite podužne mase.

Kod određivanja mehaničkih karakteristika šavova poprečno na smer šava prva oštećenja se javljaju u obliku smicanja žica tkanine paralelnih sa smerom šava, pa su i metode koje se upotrebljavaju najviše usmerene na ispitivanje smicanja žica tkanine u području šavova [34].

- Metoda DAMW-VW 10 [35] služi za određivanje smicanja žica tkanine i jačine šava. Uzorci tkanine 350 mm x 50 mm prave se u smeru osnove i smeru potke, koji se spajaju šavom tipa 1.01.01/301 na udaljenosti 5 mm od ivice tkanine gustom bodu od  $5 \text{ cm}^{-1}$ . Šivaća igla i konac se određuju prema tkanini. Na krajevima šava konci se vezuju u čvor. Uzorak se učvrsti u kleme dinamometra tako da je šav na sredini. Opterećenje se stalno povećava i registrujući sile i izduženja kod kojih je došlo do smicanja žica  $2 \div 3 \text{ mm}$  i do kidanja šava.

- Po švedskoj metodi SIS 650037 [36] uzorci ispitivanih tkanina su veličine 300 mm x 70 mm. Vrš se ispitivanje po pet uzoraka tkanine u pravcu osnove i pravcu potke. Presaviju se na pola i prošiju a zatim opterete silom od 250 N. Posmatra se sistem žica tkanine paralelan sa šavom, odnosno smicanje žica u području šava, kao i kidanje šava.

- IWS metoda br. 17 [37] propisuje ispitivanje po tri uzorka tkanine veličine 100 mm x 70 mm u pravcu osnove i pravcu potke. Uzorci se spajaju šavom po užoj strani. Tkanine, čija je površinska masa manja od  $140 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  se opterećuju silom od 80 N, a tkanine sa većom površinskom masom silom od 120 N. Ovom metodom se određuje smicanje žica tkanine u području šava.

- Prema metodi tt. Coats [33,38,39] određuje se jačina šava po jednom cm dužine šava. Po ovoj metodi vrši se ispitivanje jačine šava u poprečnom pravcu u odnosu na šav. Izračunava se na osnovu prosečne vrednosti opterećenja i dužine šava prema:

$$\sigma_s = \frac{F}{b} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (92)$$

gde su:  $\sigma_s$  - jačina šava po jednom cm dužine šava ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$ ),

F - prekidna jačina šava (N),

b - širina uzorka šava (cm).

Izduženje šava  $\varepsilon$  se izračunava iz odnosa prosečnog produženja epruvete u momentu prekida kod sile F i početne merne dužine epruvete:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (93)$$

gde su:  $\Delta l$  - produženje epruvete u momentu prekida (mm),

$l_0$  - početna dužina epruvete (mm).

- Metodom prema tt. Gutermann-u [14,40] određuje se očekivana jačina šava kod upotrebe određene podužne mase konca za zrnčani i dvostruko lančani bod. Na osnovu sprovedenih ispitivanja obavlja se računaska procena očekivane jačine šava NF:

$$NF = 2 \cdot FL \cdot \frac{FS}{100} \cdot \frac{FN}{100} \cdot SD \cdot NB \text{ (N)} \quad (94)$$

gde su: FL - prekidna sila konca (N),

FS - odnos prekidne sile konca u petlji i prekidne sile konca (%),

FN - odnos prekidne sile konca posle šivenja i prekidne sile konca (%),

SD - gustina boda ( $\text{cm}^{-1}$ ),

NB - širina šava (cm).

Preporučuje se da se za veličinu FN kod zrnčanog boda uzme 80 % a kod dvostruko lančanog 95 %. Kod definisanja ove metode izvršena su ispitivanja na uzorcima tkanina sa šavom širine 50 mm. Rastojanje između klema dinamometra je 100 mm a predopterećenje 200 cN. Brzina povlačenja donje kleme je  $90 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ .

- Modifikovana metoda prema DIN 53857 [41,42] služi za određivanje sile, koja je potrebna za smicanje žica tkanine paralelnih sa šavom u iznosu od 1 mm, kao i za određivanje sile potrebne za kidanje šava. Širina epruvete za ispitivanje je 60 mm, a na sredini gde se nalazi šav je 50 mm. Rastojanje između klema je 100 mm (sl. 30).

- Grab metoda [43] je modifikovana metoda prema DIN 53858 [44] za ispitivanje prekidne sile tkanine. Kod ovog ispitivanja specijalno su konstruisane kleme dinamometra: jedna klema je širine 50 mm a druga 25 mm. Rastojanje između njih je 75 mm. Uzorak veličine 680 mm x 250 mm je sastavljen šavom po dužini, a normalno na šav su izrezane

epruvete veličine 150 mm x 100 mm. Prema metodi je stegnut samo središnji deo epruvete. Deo epruvete koji nije uklešten klemama takođe utiče na rezultate ispitivanja te se po pravilu dobijaju veće vrednosti sila. Po ovoj metodi može se odrediti i sila kod koje dolazi do smicanja žica tkanine u području šava.

- Metodom prema TGL 50547/02 [39,45] se definiše opterećenje šava u smeru normalnom na šav. Klasifikacija uzoraka kidanja šava određuje se prema TGL 50547/01 [46] koji definiše kidanje šava kao pucanje šava, kidanje tkanine u području šava, kidanje tkanine van šava i izvlačenje žica tkanine iz šava. Prema ovom standardu izračunava se indeks jačine šava (ili efikasnost šava) iz odnosa prekidne sile šava i prekidne sile tkanine:

$$f_s = \frac{\bar{F}_s}{\bar{F}_t} \cdot 100 (\%) \quad (95)$$

gde su:  $f_s$  - indeks jačine šava (%),

$\bar{F}_s$  - srednja vrednost sile potrebne za kidanje šava (N),

$\bar{F}_t$  - srednja vrednost sile potrebne za kidanje tkanine (N).

- Metoda prema TGL 50547/03 [39,47] odnosi se na jačinu šava koja se ispituje opterećenjem šava u uzdužnom pravcu. Osim sile, koja prouzrokuje kidanje šava, standard određuje i prosečno prekidno izduženje šava  $\bar{\epsilon}_s$ :

$$\bar{\epsilon}_s = \frac{\Delta l_p}{l_o} \cdot 100 (\%) \quad (96)$$

gde su:  $\Delta l_p$  - prosečna promena dužine uzorka u trenutku kidanja šava (mm),

$l_o$  - početna merna dužina uzorka (mm).

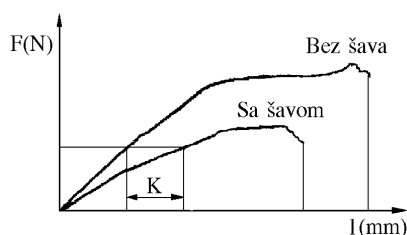
Nakon toga izračunava se odnos između prekidnog izduženja šava i tkanine  $f_{is}$ :

$$f_{is} = \frac{\bar{\epsilon}_s}{\bar{\epsilon}_t} \cdot 100 (\%) \quad (97)$$

gde je:  $\bar{\epsilon}_s$  - prosečno prekidno izduženje šava (%),

$\bar{\epsilon}_t$  - prosečno prekidno izduženje tkanine (%).

- Metoda TXN 6093.5 [34,39], razvijena prema standardu ASTM D 434/42 [48], služi za ispitivanje smicanja niti tkanine u području šava kod opterećenja koje je normalno na smer šava (slika 27.).



Slika 27. Uporedne krive sila - izduženje za uzorke bez šava i sa šavom

Uzorci se izrađuju od traka tkanine, širine 50 mm, i spoje šavom na udaljenosti 10 mm od ivice. Ispitivanje se zasniva na pronalaženju razlike K (mm) između izduženja tkanine i tkanine sa šavom kod širine smicanja niti od 3 mm. Na F osu očita se pripadajuća sila.

- Metoda prema standardu ASTM D 1683 [49] zasniva se na merenju sile koja deluje poprečno na šav. Ispitivanje se izvodi na uzorcima sa šavom koji su izrezani iz gotovih odevnih predmeta, dimenzija 150 mm x 100 mm, ili pripremljeni od tkanine koja je određena za odevni predmet. Ispituju se samo ravni šavovi i ne može se primeniti ako je linija šava zakrivljena. Ispitivanja se izvode na dinamometru utvrđivanjem sile kod koje je došlo do prekida šava, da li je do prekida došlo zbog kidanja tkanine, kidanja konca, smicanja niti ili kombinacije navedenih faktora. Standard propisuje još i proračun koeficijenta jačine šava kao kod TGL 50547/02 [14].

- Britanski standard BS 3320 [50] služi za određivanje smicanja žica tkanine sa šavom. Primenjuje se kod tkanina za odeću, nameštaj i navlake. Epruvete su dimenzija 180 mm x 100 mm koje se izrežu iz tkanine u pravcu osnove i potke i dovedu se u standardno stanje za ispitivanje. Zatim se sašiju pamučnim koncem odgovarajuće podužne mase i numere igle prema materijalu. Veličina zatezne sile zavisi od finalne upotrebe tkanine: 80 N za tkanine izložene manjim opterećenjima (za haljine, jastuke, navlake), 120 N za one koje su više opterećene (za zimske kapute, odela, jakne) i 180 N za tkanine koje se upotrebljavaju za izradu nameštaja. Posle izlaganja uzorka opterećenju, meri se širina otvaranja šava na najširem delu.

- Metoda prema SRPS F. S2. 024 [51] je namenjena za ispitivanje smicanja žica tkanine, odnosno nizova i redova petlji pletiva. Prema njoj se izrađuju uzorci veličine 350 mm x 200 mm. Jedan uzorak u smeru osnove i jedan u smeru potke spoje se šavom po dužoj strani, na udaljenosti 15 mm od ivice. Na ovom uzorku se definišu tri spojene epruvete za ispitivanje. Epruvete se dovedu u standardno stanje i učvrste u kleme. Kretanje donje kleme ( $100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ) je sve dotle dok se ne postigne sila određena standardom prema površinskoj masi tkanine. Posmatra se stanje epruvete u području oko šava i meri smicanje žica tkanine paralelnih sa šavom posebno iznad i posebno ispod šava.

Pored ovih metoda postoje i metode za merenje izdržljivosti šava odevnog predmeta, koje se odnose na oštećenja nastala u toku nošenja odevnog predmeta. To su: metoda kruga, rasterska metoda ili metoda kvadrata, metoda niti, metoda lepljenja papirnih krugova i metoda pomoću mernih listića [34]. Većina ovih metoda nisu naučno zasnovane i imaju samo empirijsko značenje, osim metode ispitivanja izdržljivosti šava pomoću mernih listića. Njom se određuju nastala opterećenja u toku nošenja odevnog predmeta u odnosu na pokrete tela.

### **2.5.2. Ostale karakteristike šava**

Elastičnost šava. Prilikom nošenja odevnog predmeta, na mestima spajanja njegovih delova, dolazi do određenih naprezanja koje šav mora da izdrži. Usled tih naprezanja pojavljuje se određeni stepen istezanja šava. Ova deformacija je poželjno da bude povratna, tj. da se, nakon prestanka dejstva naprezanja, šav i materijal vrate u prvobitni položaj [21,52].

Kod odeće izrađene od krutih tkanina šav treba da ispoljava neznatno istezanje. Za šivenje ovih predmeta preporučuje se primena zrnčanog boda. Odeća za žene od lakih tkanina zahteva elastične šavove pa zato treba voditi računa o naprezanjima koja se javljaju prilikom nošenja odeće. U ovu svrhu najčešće se upotrebljavaju rubni bodovi, jednostruki i dvostruki lančani bodovi. Odeća iz pletenina zahteva šavove koji imaju veliku sposobnost istezanja. Za tu svrhu najpogodniji su rubni bodovi.

Uobičajeno je da elastičnost šava bude nešto veća od elastičnosti materijala kojeg on spaja, tako da i materijal prima određeni deo naprezanja pri upotrebi.

Trajnost šava. Zavisi u mnogome od njegove jačine i od odnosa između elastičnosti šava i elastičnosti materijala. Kod manje elastičnih materijala (tkanina sa velikim gustinama osnove i potke) postoji tendencija da slojevi klize jedan uz drugi. Da bi se postigao što trajniji šav kod takvih materijala mora se pažljivo odabrati podužna masa konca a parametri šivaćih bodova podesiti prema materijalu (bez prevelike zategnutosti konca koja bi poremetila elastičnost i izazvala nabiranje), kako bi se smanjilo trenje i habanje dodirrom sa spoljašnjim delovima [21,52].

Sigurnost šava. Zavisi uglavnom od širine šivenja, osipanja žica tkanina, tipa šivaćeg boda i od toga u kolikoj meri se kod njega lakše izvlače konci. Šivaći bod mora biti prilagođen materijalu kako se konci ne bi mrsili što bi dovelo do njihovog kidanja i izvlačenja, kao što je slučaj kod nekih tipova bodova. Neophodno je da šav bude siguran i da ne dođe do paranja i pucanja pri svakodnevnoj upotrebi odevnog predmeta [21,52].

Izgled šava. Uglavnom zavisi od pravilnog odnosa između podužne mase, vrste konca i materijala za šivenje, dužine boda, odnosno gustine boda, od strukture i debljine tkanine. Takođe na izgled šava utiče i veština rukovanja radnika šivaćom mašinom. To znači da je za lep izgled šava potrebno imati: ravnu liniju šivenja, ravnomernost gustine boda, jednaku širinu šava, slaganje podužne mase konca prema debljini tkanine, slaganje boje konca sa bojom tkanine, ispravan rad mašine za šivenje bez ispuštenih bodova, pravilno učvršćivanje šava i dr [21,52].

Balans šava. Podrazumeva pravilan odnos utroška gornjeg (iglenog) i donjeg konca (konca hvatača). Balans šava zrnčanog boda tipa 301, za bilo koju dužinu šava, je izražen jednakom dužinom iglenog konca i konca hvatača pri čemu se njihovo preplitanje ostvaruje na sredini šivenog materijala. Od ukupnog utroška konca kod dvostruko lančanog boda tipa

401, na igleni ili gornji konac dolazi oko 1/3 a na donji konac oko 2/3 [52]. Odnos između utroška gornjeg i donjeg konca predstavlja koeficijent odnosa njihovih dužina  $\eta_b$  [53]. Dekomponovanjem bodova u šavu može se ustanoviti da li ima dobar balans:

$$\eta_b = \frac{L_{fg}}{L_{fd}} \quad (98)$$

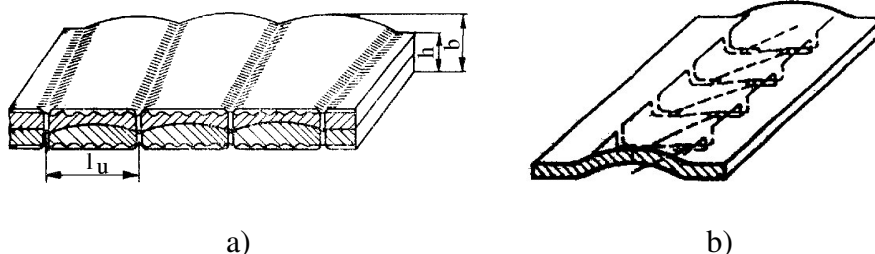
gde su:  $L_{fg}$  - faktički utrošak gornjeg konca u šavu (cm),

$L_{fd}$  - faktički utrošak donjeg konca u šavu (cm).

## 2.6. Nastanak deformacije materijala prilikom šivenja

Šivenjem tekstilnih materijala vrlo često dolazi do različitih oštećenja. Ta oštećenja se manifestuju u prekidima ili delimičnim oštećenjima osnove i potke, pređe u pletivu ili konca za šivenje. Ona su najčešće posledica neadekvatno izabranih parametara šivenja: gustina boda, vrsta i podužna masa konca, numera i oblik vrha šivaće igle, zategnutost konca, brzina šivenja. Naravno, treba pomenuti i oštećenja koja nastaju od pohabane igle, neodgovarajućeg pritiska papučice na materijal, nepravilnog rada mehanizma za dodavanje materijala.

Materijali se mogu deformisati i skupiti duž šava (slika 28a), a kod dvolinijskih složenih bodova i poprečno na šav (slika 28b) [2,53].



Slika 28. Nabiranje - savijanje materijala: a) duž šava i b) poprečno na šav

Uzdužna deformacija materijala nastaje:

- nabiranjem donjeg sloja u odnosu na gornji,
- skupljanjem dužine šava koncima boda,
- savijanjem ili talasavošću materijala uzduž šava.

Nabiranje se izražava u vidu skraćenja donjeg sloja materijala u odnosu na gornji. Donji sloj materijala, koji je iznad zupčaste letve, skraćuje se više nego gornji koji je ispod papučice [2,22,53]. Ova veličina može imati apsolutnu  $N$  i relativnu vrednost  $\Delta_n$ :

$$N = L_g - L_d \text{ (mm)} \quad (99)$$

$$\Delta_n = \frac{L_g - L_d}{L_o} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (100)$$

gde su:  $L_g$  - dužina gornjeg sloja tkanine posle šivenja (mm),

$L_d$  - dužina donjeg sloja tkanine posle šivenja (mm),

$L_o$  - dužina gornjeg, odnosno donjeg sloja tkanine pre šivenja (mm).

Nabiranje se negativno odražava na kvalitet šivenog proizvoda.

Skupljanje se izražava u vidu istovremenog skraćivanja materijala posle prošivanja na račun deformacije materijala koncima boda. Skupljanje po dužini može imati apsolutnu  $C$  i relativnu vrednost  $\Delta_c$ :

$$C = L_o - L_g \text{ (mm)} \quad (101)$$

$$\Delta_c = \frac{L_o - L_g}{L_o} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (102)$$

Kod dvolinijskih složenih bodova uočava se i poprečna deformacija šavova, tj. skupljanje materijala između bodova od strane konaca hvatača koji povezuju dva paralelna boda (slika 28b). Takođe i ova deformacija šava može biti apsolutna  $C_s$  i relativna  $\Delta_{cs}$ :

$$C_s = \check{S}_o - \check{S}_c \text{ (mm)} \quad (103)$$

$$\Delta_{cs} = \frac{\check{S}_o - \check{S}_c}{\check{S}_o} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (104)$$

gde su:  $\check{S}_o$  - prethodna širina dela (mm),

$\check{S}_c$  - širina dela posle prošivanja (mm).

Talasavost je izražena savijanjem materijala duž linije šava (slika 28a). Takva savijanja su karakteristična za materijale sa povećanom čvrstinom - krutošću. Kod tkanina su karakteristične dve vrste talasavosti: a) šavna, kada se talas prostire na nekoliko bodova i b) bodovna, kada se talas prostire na dužinu jednog boda.

Veličina talasavosti se može ocenjivati koeficijentom talasavosti koji predstavlja odnos savijanja materijala i dužine bodova na koji se talas prostire  $W_s$ :

$$W_s = \frac{f}{l_b \cdot n} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (105)$$

gde su:  $f$  - savijanje materijala u šavu,  $f = b - h$  (mm),

$b$  - rastojanje od baze tkanine do vrha talasa (mm),

$h$  - debljina slojeva tkanine (mm),

$l_b$  - dužina boda (mm),

$n$  - broj bodova na koji se prostire talas.

Kod bodovne talasavosti (za jedan bod  $n = 1$ ), koeficijent talasavosti  $W_b$  je:

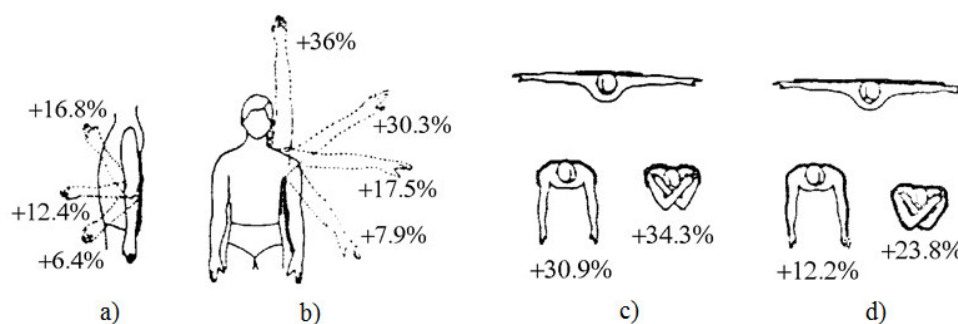
$$W_b = \frac{f}{l_b} \cdot 100 = \frac{b - h}{l_b} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (106)$$

Mekane tkanine sa malim modulom krutosti se lako skraćuju (skupljaju), pa je koeficijent talasa mali. Čvrste (grube) tkanine sa velikim modulom krutosti se teško skraćuju (sakupljaju), zbog čega je izraženija talasavost pa je koeficijent talasavosti veći.

## 2.7. Faktori koji utiču na karakteristike, oštećenja i deformacije šavova

Odeća je u toku nošenja izložena različitim naprezanjima u zavisnosti od vrste pokreta tela, kroja, načina izrade odevnog predmeta i upotrebljenog materijala. Prevelika naprezanja mogu dovesti do oštećenja na odeći i ona se najčešće pojavljuju u predelu šavova. Prema statističkim podacima oštećenja šavova zbog naprezanja su najveća na pantalonama (68.3 %), a manje na košuljama i bluzama (9.4 %), sakoima (8.9 %), suknjama (8.4 %) i haljinama (5 %). Najčešće deformacije se javljaju na sedalnom šavu pantalona (59.1 %), na delu šava kod sastava rukava i zadnjeg dela (27.1 %), na bočnim šavovima (9.0 %) [54-56].

Na slici 29 su prikazane promene dimenzija tela kod nekih pokreta ruku.



Slika 29. Promene dimenzija tela kod karakterističnih pokreta ruku: a) promena dužine od nadlaktice do šake, b) promena dužine od pojasa, preko pazuha, do šake, c) promena dužine od nadlaktice, preko ramena, do nadlaktice, d) promena dužine od šake, preko ramena, do šake

Klizanje odevnog predmeta po telu su ispitali Schmid i Mecheels na košuljama normalnog, strukiranog i kroja uz telo od nerastegljivog materijala (tabela 7) [56]. Razumljivo je da ako je kroj košulje širi, to je sloboda kretanja tela veća, a time je olakšano i klizanje odevnog predmeta po telu. Kod užih krojeva odeće, razlika između dimenzija na telu i klizanja odeće je istežanje koje mora obezbediti materijal i šav kako ne bi došlo do oštećenja u području šavova.

Upoređujući promene dimenzije tela za vreme pokreta i vrednosti istežanja različitih vrsta tkanina, dolazi se do zaključka da retko koja tkanina ima dovoljnu rastegljivost. Ovaj nedostatak se rešava dodatkom materijala za komoditet nošenja koji omogućavaju "klizanje" odevnog predmeta po telu.

Na osnovu velikog broja ispitivanja [57] utvrđene su orijentacione vrednosti minimalnih jačina šavova. Šavovi jako podložni naprezanju (sedalni šav pantalona, bočni šav



i šav u koraku) mora da izdrže sile do 300 N, a šavovi na širim odevnim predmetima (ogrtačima, sakoima i sl.) do 250 N.

Tabela 7. Pregled promena dimenzija tela i klizanja odeće

| Merena dužina i položaj tela                             | Promena dimenzija tela (%) | Klizanje odeće (%) |             |              | Razlika dimenzija tela i klizanja odeće (%) |             |              |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------|--------------|---------------------------------------------|-------------|--------------|
|                                                          |                            | Norm. kroj         | Struk. kroj | Kroj uz telo | Norm. kroj                                  | Struk. kroj | Kroj uz telo |
| Nadlaktica-šaka (sl. 25a)                                |                            |                    |             |              |                                             |             |              |
| a) donji deo ruke savijen 135°                           | 6.4                        | 5.6                | 4.2         | 2.9          | 0.8                                         | 2.2         | 3.5          |
| b) donji deo ruke savijen 90°                            | 12.4                       | 6.1                | 5.1         | 3.5          | 6.3                                         | 7.3         | 8.9          |
| c) donji deo ruke savijen 40°                            | 16.8                       | 10.0               | 8.6         | 6.8          | 6.8                                         | 8.2         | 10.0         |
| Pojas-pazuha-šaka (sl. 25b)                              |                            |                    |             |              |                                             |             |              |
| a) ruka podignuta za 45°                                 | 7.9                        | 2.4                | 1.6         | 2.5          | 5.5                                         | 6.3         | 5.4          |
| b) ruka u horizontali                                    | 17.5                       | 8.7                | 6.7         | 8.5          | 8.8                                         | 10.8        | 9.0          |
| c) ruka podignuta za 135°                                | 30.3                       | 14.0               | 13.8        | 8.5          | 16.3                                        | 16.5        | 21.8         |
| d) ruka ispružena gore                                   | 36.0                       | 17.7               | 15.7        | 10.8         | 18.3                                        | 20.3        | 25.2         |
| Nadlaktica-ramena-nadlaktica (sl. 25c)                   |                            |                    |             |              |                                             |             |              |
| a) ruke ispružene napred                                 | 30.9                       | 18.1               | 11.1        | 2.4          | 12.8                                        | 19.8        | 28.5         |
| b) ruke u horizontali a šake položene na suprotna ramena | 34.3                       | 14.0               | 9.6         | 3.8          | 20.3                                        | 24.7        | 30.5         |
| Šaka-ramena-šaka (sl. 25d)                               |                            |                    |             |              |                                             |             |              |
| a) ruke pružene napred                                   | 12.2                       | 4.6                | 4.5         | 3.9          | 8.3                                         | 8.4         | 9.0          |
| b) ruke u horizontali a šake položene na suprotna ramena | 23.8                       | 9.1                | 7.7         | 5.4          | 14.7                                        | 16.1        | 18.4         |

Na karakteristike i deformacije šavova utiču različiti faktori koji su uslovljeni vrstom i svojstvima materijala, tehnološkim režimom šivenja, kvalitetom uređaja za oblikovanje boda, parametrima šava i dr (tabela 8) [58].

Tabela 8. Faktori koji utiču na oštećenja i deformacije šavova

| Radni delovi mašine                                                                                      |                  |                                                                 | Tehnološki parametri šivenja                          | Vrste i svojstva materijala i konca                                                                                                 | Parametri šava                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Igla                                                                                                     | Igljena pločica  | Mehanizam za pomeranje materijala                               |                                                       |                                                                                                                                     |                                                                                                                       |
| - Ugao zaoštrenja vrha<br>- Oblik vrha<br>- Prečnik<br>- Pohabanost vrha<br>- Kvalitet površinske obrade | - Prečnik otvora | - Visina zubaca zupčaste letve<br>- Oblik zubaca zupčaste letve | - Brzina šivenja<br>- Tip boda<br>- Pritisak papučice | - Sirovinski sastav prede i konca<br>- Podužna masa konca<br>- Upredenost prede i konca<br>- Gustina žica<br>- Struktura materijala | - Broj slojeva materijala<br>- Pravac linije šava u odnosu na pravac osnove i potke<br>- Gustina boda<br>- Vrsta šava |

## 2.8. Pregled literature o karakteristikama šavova

Kada je reč o šavovima, postoji veliki broj referenci tj. naučnih radova koji su se bavili njihovim karakteristikama. Kako zavise od šivaćeg konca i materijala (tj. tkanine) uglavnom su proučavana njihova svojstva a takođe i tehnološki parametri procesa šivenja (tabela 8).

Odeća, u predelu šava, pri upotrebi - nošenju, trpi različita opterećenja koja mogu dovesti do različitih oštećenja šavova. U radovima o deformacijama šavova se govori samo o otvaranju odnosno klizanju ili smicanju niti tkanine usled opterećenja i opterećenja šavova.

Otpornost tkanine na smicanje žica i prekidna sila neposredno utiču na jačinu odevnog predmeta. Otpornost tkanine na smicanje predstavlja silu koja je potrebna za savlađivanje trenja između osnovinih i potkinih žica. Prema ispitivanjima u literaturi [14,58], otpor na smicanje je veći kod tkanina sa većim gustinama žica, kada je podužna masa pređe za osnovu i potku ujednačenija i ako je odabrana intenzivna međusobna povezanost (mala flotiranja žica). Tkanine sa manjim gustinama žica, različitih podužnih masa osnove i potke i slabijom povezanošću žica imaju manju otpornost na smicanje.

Smicanje žica tkanina namenjenih za tapetarsku industriju, kao i mogućnost ublažavanja tih nedostataka, prikazano je u radu Pasayev-a [69]. Smicanje žica nastaje usled mehaničkog opterećenja materijala zbog deformacija nastale bodovima. Izborom različitih parametara bodova, šavova, konaca i tkanina, moguće je dobiti različite veličine smicanja žica. Smicanje žica je moguće smanjiti primenom lepljivog platna na materijalu pre šivenja. Rezultati su pokazali zadovoljavajuće vrednosti.

Yildirim je proučavao otvaranje šavova usled statičkog i dinamičkog naprezanja [68]. Pokazao je da je veće otvaranje šavova postignuto kod dinamičkog nego statičkog naprezanja, kod manje gustine potke u tkanini, manje podužne mase potke i manje gustine boda. Postavio je matematičke modele otvaranja šava kod statičkog i dinamičkog opterećenja.

Rausch, Trnäklee i Kunštek su pokazali da za smicanje žica u tkanini su potrebne sile između 60 N i 80 N za otvaranje od 1 mm [54,59]. Otpornost na smicanje će kod šire odeće biti zadovoljavajuća ali kod uske odeće može doći do češćih oštećenja. Ako su vrednosti sila za smicanje ispod 60 N takve tkanine nisu pogodne za izradu odeće.

Konac za šivenje je veoma važan parametar jačine šavova. Tekstilni površinski materijali različitog sirovinskog sastava zahtevaju primenu odgovarajućih šivaćih konaca. Sposobnost istezanja i sigurnost (jačina) su karakteristike koje predstavljaju naročite zahteve od konca za šivenje. To se posebno odnosi na njegovu prekidnu silu, otpornost na habanje, na svojstva lakog održavanja i na mogućnost nastanka što manjih grešaka u procesu šivenja. Pri šivenju konac dolazi u dodir sa radnim delovima šivaće mašine i pri tome se zbog trenja smanjuje njegova jačina. Smanjenje jačine zavisi od vrste konca, strukture tkanine, debljine slojeva tkanine. U radu [60] (Midha) data je studija promene zateznih svojstava šivaćeg konca kod velikih brzina šivenja. Mehanička svojstva konca bivaju izmenjena tokom šivenja što je veoma važno za trajnost odevnih predmeta odnosno šava.

Smanjenje jačine i izduženja konca kod šivenja zavisi i od brzine šivaće mašine. Rezultati Nestler-a i Ader-a pokazuju da sa povećanjem brzine šivenja opada jačina i izduženje šivaćih konaca. Jačina konca manje opada kod lančanog u odnosu na zrnčani bod [61]. Pri većjoj brzini, igla brže prodire u materijal pa je i vremenski interval za razdvajanje

osnove i potke (koji je potreban za prolaz igle) veoma mali. Zbog toga se češće oštećuju žice tkanine od strane igle. Na primer za sedalni šav se preporučuje smanjenje brzine šivenja.

Mehanizam za dodavanje materijala takođe može oštetiti šavove naročito na gustim i hrapavim tkaninama. Elementi za dodavanje materijala mora da se kreću sinhronizovano sa ubadanjem igle u materijal. Mosinski i dr. [62] su zapazili da sporiji gornji transport u odnosu na donji izaziva veća oštećenja šava nego kada je gornji transport brži. Oštećenja šava su izraženija kod višeg položaja zubaca zupčaste letve kod mehanizma za dodavanje materijala.

Trenje između igle i materijala dovodi do habanja igle koje se manifestuje u odvajanju mikročestica sa vrha igle i zatupljenju igle. Tupa igla je pri probijanju materijala izložena većem otporu, više se zagreva što dovodi do oštećenja naročito sintetičkih materijala. Ostaci od topljenja tkanine na tim iglama, povećavaju oštećenja i čine iglu neupotrebljivom [2,63]. Kod šivenja finih materijala sa većim brojem slojeva, neophodno je prekontrolisati iglu pre postavljanja u mašinu a treba je i češće menjati (posebno kod velikih brzina šivenja). U radu Gurarda [64] je pokazano kako temperatura i probijanje igle, kod šivenja tkanina sa elastanskim vlaknima, utiču na oštećenja i karakteristika šavova. Korišćenjem igala sa silikonskim premazom poboljšavaju performanse šavova i smanjuju oštećenja elastana.

Numera igle ima veliki uticaj na kvalitet a time i jačinu šava. Da bi se konac bez oštećenja provukao kroz ušicu igle ona mora biti dovoljno velika. Tanje igle, koje izazivaju manja oštećenja, imaju usku ušicu pa je zbog toga otežano uvlačenje i provlačenje konca.

Kod projektovanja odeće treba tačno odrediti vrstu šava koja će se primeniti za spajanje pojedinih delova (velika je razlika kod spajanja dva sloja tkanine sa jednim ili dva niza boda). Izrada različitih vrsta šavova dovodi do različitog utroška materijala zbog različite širine ruba šava, utroška konca i vremena izrade. Izborom šava se može uticati i na estetski izgled, kvalitet i cenu odeće. Heckner je ispitivao jačine različitih vrsta šavova, broja slojeva i načina slaganja materijala. Ustanovio je da jačina šava raste sa povećanjem broja preklapanja materijala. Bavio se i uticajem gustine boda na jačinu i oštećenja šava. Preporučuje gustinu boda  $4 \text{ cm}^{-1}$  za neelastične šavove, a za napregnute šavove, npr. sedalni šav,  $5 \text{ cm}^{-1}$  [57].

Skupljanje višeslojnih šavova na tkaninama od strane šivaćih konaca izučavano je u radu [65]. Predstavljen je model raspodele opterećenja konca po dužini boda kao i uzroci nastajanja nabora u predelu šava. Teško je predvideti gde će nastati nabori ali je zato oblik u predelu šava i na ivicama različit. Na njih utiču: širina šava, dužina boda, debljina tkanine, gustina boda, krutost tkanine i konca. U radu Hui-a [66] prikazana je višestruka regresiona analiza između parametara šavova kao što su na primer skupljanje, nabiranje i efikasnost šava.

Predviđanjem kvaliteta šava u pogledu zadržavanja oblika odevnog predmeta bavio se Pavlinić [67]. Tom prilikom je ustanovljeno da primenjena tkanina sa svojim karakteristikama (krutost, savijanje, sabijanje, elastičnost) ima presudnu ulogu na zadržavanje forme odeće.

Na osnovu pomenutog, može se primetiti da su u literaturi prisutni brojni radovi koji su se bavili izučavanjem karakteristika šivaćeg konca kao elementa šava. Izučavanje se uglavnom svodilo na ukazu važnosti mehaničkih karakteristika konca različitog sirovinskog sastava, podužne mase i namene. Na osnovu modela krive sila - izduženje određivane su viskoelastične karakteristike konca kao i njegove granice elastičnosti i puzanja. Povećani broj prekida konca tokom šivenja i smanjenje njegove prekidne sile pripisivane su u prvom redu na račun kvaliteta konca, zatim gubitku vremena i smanjenju kvaliteta šava. Zategnutost konca, brzina šivenja i pritisak papučice tokom šivenja imaju presudnu ulogu na kvalitet šava (pravilna raspoređenost konaca - balans šava, ravan šav, bez nabiranja odnosno pojave tzv. talasa u šavu, opterećenost konca).

Za potpunije izučavanje šavova neophodno je analizirati odgovarajuću stabilnost strukture tkanina pri dejstvu različitih sila. Ona zavisi od njenih mehaničkih karakteristika, koje su uslovljene karakteristikama svih elemenata koji učestvuju u njenoj izradi (vlakna, pređa osnove i potke), kao i od parametara konstrukcije i strukture tkanina (prepletaj, gustina osnove i potke, utkanje osnove i potke i sl.).

Postoji veliki broj radova koji su izučavali uglavnom prekidne karakteristike šavova, uzroke prekida i deformacije pri prekidu. Kod njih je analiziran uticaj različitih tehnoloških faktora, kao što su vrsta tkanine, vrsta konca, gustina boda, tip boda itd., na prekidne karakteristike šavova. Na osnovu njihovih rezultata dati su predlozi matematičkih izraza za izračunavanje prekidne sile šava koji se zasnivaju na eksperimentalno utvrđenoj vrednosti indeksa prekidne sile konca nakon opterećenja u procesu šivenja. Postojeći rezultati pokazuju i različite regresione zavisnosti prekidne sile šava i različitih tehnoloških faktora. Međutim, izučavanjem sile i izduženja na granici elastičnosti šava, rada sile do granice elastičnosti, kao i mogućnost njihovog predviđanja u zavisnosti od buduće namene odevnih proizvoda, naučnici se nisu mnogo bavili.

Poznavanjem uzajamne povezanosti strukturnih i mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova obezbedili bi se uslovi za njihovo realno povezivanje i određivanje odgovarajućih deformacionih karakteristika (sila i izduženje na granicama elastičnosti, puzanja i prekida). Time bi se uskladile deformacione karakteristike šavova i gotovih odevnih proizvoda u zavisnosti od njihove buduće namene.

### **3. Eksperimentalni deo**

#### **3.1. Cilj i zadaci ispitivanja**

Prilikom eksploatacije odeća je izložena različitim uticajima a naročito naprezanjima. Ta naprezanja zavise od pokreta tela, kroja odevnog predmeta, načina izrade, materijala i dr. Prevelika naprezanja mogu dovesti do oštećenja ili deformacija na odeći koja se najčešće javljaju na materijalima u predelu šava (u vidu smicanja niti tkanina), na samom šavu (prekid šivaćeg konca) a ređe na samom materijalu - tkanini. Kada se uporede promene dimenzije tela i istežanja različitih vrsta tkanina pri različitim pokretima, može se uočiti da retko koja tkanina ima dovoljnu istegljivost da prati pokrete tela. Nedostatak istegljivosti tkanina se rešava dodatkom materijala za komoditet. Na taj način se poboljšava udobnost pri nošenju odevnog predmeta i smanjuju opterećenja materijala u predelu šava [54-56].

Projektovanje prekidnih sila i sila na granici elastičnosti šivenih šavova uvek je aktuelan problem u proizvodnji odeće. Rešavanje ovog problema zahteva kompleksnu obradu niza podataka tkanina i spajajućih elemenata odnosno šivaćih konaca, šavova i bodova [25,26,28]. Polazeći od analize rezultata ispitivanja prekidnih sila šavova, sila na granici elastičnosti šavova, nestabilnosti sistema žica tkanine i sistema konaca u šavu usled opterećenja, neophodno je da se, prilikom projektovanja ovih svojstava uz korišćenje teorijskih postavki, uvedu odgovarajući koeficijenti korekcije koji će uzimati u obzir ovu činjenicu.

S obzirom na veoma složenu problematiku tehnološkog procesa šivenja, kao i opšte zahteve za šavove izrađene u procesima proizvodnje odeće, ovo istraživanje treba da doprinese predviđanju prekidnih sila i sila na granici elastičnosti šivenih šavova. Takođe i pronalaženje zavisnosti između ovih karakteristika šavova. U tom cilju urađena su opsežna merenja i izvršena analiza pomenutih karakteristika šavova.

#### **3.2. Primljeni eksperimentalni materijali i metode ispitivanja**

Karakteristike šavova odevnih predmeta (npr.: prekidna sila i izduženje, sila na granici elastičnosti, smicanje žica tkanine u predelu šava i slično) zavise od niza tehničkih i tehnoloških parametara kao što su: vrsta tkanine, vrsta i podužna masa šivaćeg konca, tip šava i boda, gustina boda, finoća šivaće igle, zategnutost šivaćeg konca, brzine šivenja i dr. [70-77].

Prema teorijskim osnovama za određivanje prekidne sile šivenih šavova, u eksperimentalnom delu su izvedena merenja prekidne sile, prema dijagramu sila-izduženje određena je sila na granici elastičnosti šava kao i mogućnost uvođenja koeficijenta korekcije.

U tu svrhu korišćene su tkanine različitih namena od pamučnih i mešavine pamučnih i poliesterskih vlakana. Upotrebljeni su šivaći konci od pamučnih, poliesterskih i mešavine pamučnih i poliesterskih vlakana.

Sva ispitivanja u radu su urađena prema metodama i postupcima odgovarajućih standarda.

### 3.2.1. Šivaći konci

Spajanje (odnosno šivenje) uzoraka tkanina šavovima izvedeno je pomoću više vrsta šivaćih konaca: pamučni gazirani, pamučni mercerizirani, poliesterski i konci iz mešavine poliesterskih filamentnih vlakana i pamučnih vlakana. Njihove oznake i osnovne karakteristike, prema standardima SRPS F.A0.102 i ISO 1139, navedene su u tabeli 9 [78,79].

Tabela 9. Vrste upotrebljenih šivaćih konaca

| Oznaka konca | Vrsta konca           | Podužna masa, $T_{tk}$ (tex) | Oznaka konca | Vrsta konca                                                              | Podužna masa, $T_{tk}$ (tex) |
|--------------|-----------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| K1           | pamućni gazirani      | 25 x 3<br>R 75 tex           | K11          | konac iz mešavine 75 % poliesterskih filamentnih i 25 % pamučnih vlakana | 40 x 2<br>R 80 tex           |
| K2           | pamućni gazirani      | 14 x 3<br>R 42 tex           |              |                                                                          |                              |
| K3           | pamućni mercerizirani | 25 x 3<br>R 75 tex           | K12          | konac iz mešavine 60 % poliesterskih filamentnih i 40 % pamučnih vlakana | 20 x 3<br>R 60 tex           |
| K4           | pamućni mercerizirani | 20 x 3<br>R 60 tex           |              |                                                                          |                              |
| K5           | pamućni mercerizirani | 14 x 3<br>R 42 tex           | K13          | konac iz mešavine 60 % poliesterskih filamentnih i 40 % pamučnih vlakana | 20 x 2<br>R 40 tex           |
| K6           | pamućni mercerizirani | 12 x 3<br>R 36 tex           |              |                                                                          |                              |
| K7           | pamućni mercerizirani | 9 x 3<br>R 27 tex            | K14          | konac iz mešavine 60 % poliesterskih filamentnih i 40 % pamučnih vlakana | 12.5 x 3<br>R 37.5 tex       |
| K8           | poliesterski          | 25 x 3<br>R 75 tex           |              |                                                                          |                              |
| K9           | poliesterski          | 14 x 2<br>R 28 tex           | K15          | konac iz mešavine 60 % poliesterskih filamentnih i 40 % pamučnih vlakana | 12.5 x 2<br>R 25 tex         |
| K10          | poliesterski          | 12.5 x 2<br>R 25 tex         |              |                                                                          |                              |

R - ukupna podužna masa šivaćeg konca.

### 3.2.2. Tkanine za šivenje

Za formiranje šavova na materijalu odabrane su više vrsta pamučnih tkanina (deset) i tkanina iz mešavine pamučnih i poliesterskih vlakana (dve) namenjenih za izradu košulja, bluza, pantalona, radnih odela, radnih mantila, ženskih kompleta i dr. Tehničke karakteristike ovih tkanina, prema SRPS F.C0.011, SRPS F.C0.012 i ISO 2959, date su u tabeli 10 [80-82].

Tabela 10. Tehničke karakteristike tkanina

| Oznaka tkanine | Podužna masa pređe, $T_t$ (tex) |          | Sirovinski sastav pređe, % |                 | Gustina                           |                                  | Površinska masa, $M$ (g·m <sup>-2</sup> ) | Prepletaj                                                                             |
|----------------|---------------------------------|----------|----------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                | za osnovu                       | za potku | za osnovu                  | za potku        | osnove, $g_o$ (cm <sup>-1</sup> ) | potke, $g_p$ (cm <sup>-1</sup> ) |                                           |                                                                                       |
| A              | 28                              | 30       | 100 Co                     | 100 Co          | 26                                | 18.5                             | 135                                       | platneni                                                                              |
| B              | 14 x 2                          | 30       | 67 PES<br>33 Co            | 67 PES<br>33 Co | 38.5                              | 20                               | 188                                       | platneni                                                                              |
| C              | 17 x 2                          | 18 x 2   | 100 Co                     | 100 Co          | 35                                | 18.5                             | 180                                       | P  |
| D              | 26                              | 46       | 100 Co                     | 100 Co          | 28                                | 16                               | 158                                       | platneni                                                                              |
| E              | 14                              | 14       | 100 Co                     | 100 Co          | 40                                | 28                               | 110                                       | platneni                                                                              |
| F              | 14                              | 19       | 100 Co                     | 100 Co          | 45                                | 28                               | 125                                       | platneni                                                                              |
| G              | 32 x 2                          | 32 x 2   | 100 Co                     | 100 Co          | 25                                | 18                               | 300                                       | platneni                                                                              |
| H              | 18 x 2                          | 15 x 2   | 100 Co                     | 100 PES         | 36                                | 26                               | 215                                       | K 2/1 z                                                                               |
| I              | 30                              | 50       | 50 PES<br>50 Co            | 50 PES<br>50 Co | 47                                | 21                               | 250                                       | K 3/1 z                                                                               |
| J              | 18 x 2                          | 25 x 2   | 100 Co                     | 100 Co          | 46                                | 24                               | 300                                       | K 3/1 z                                                                               |
| K              | 17 x 2                          | 18 x 2   | 100 Co                     | 100 Co          | 34                                | 25                               | 185                                       | P 2/2                                                                                 |
| L              | 36                              | 56       | 100 Co                     | 100 Co          | 35                                | 18                               | 245                                       | K 2/2 s                                                                               |

Co - pamuk; PES - poliester; P, P2/2 - vrste panama prepletaja; K 2/1 z, K 3/1 z, K 2/2 s - vrste keper prepletaja.

### 3.2.3. Primenjeni tipovi šavova i bodova

Spajanje krojnih delova odeće procesom šivenja definisano je različitim tipovima šavova i bodova. Prema SRPS ISO 4916 [15], šav predstavlja nizanje bodova na jedan ili više slojeva materijala koji zauzimaju različite prostorne položaje. Šivaći bod je, prema ISO 4915, jedinica karakterističnog oblika koja je proizašla kao rezultat preplitanja jednog ili više šivaćih konaca ili samo njihovih prolaza kroz materijal [16].

U ovom istraživanju korišćeni su šavovi klase 1, 2 i 4 (tabela 11).

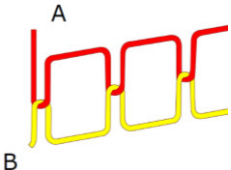
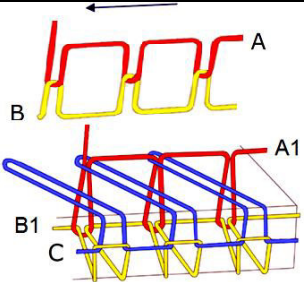
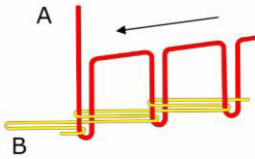
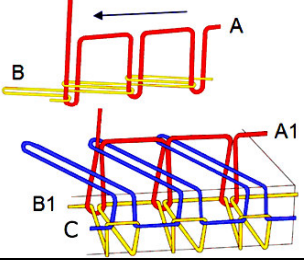
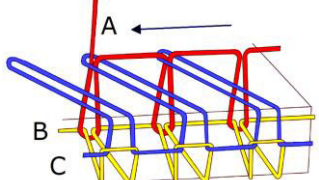
Tabela 11. Tipovi šavova prema SRPS ISO 4916

| Konfiguracija materijala i mesto prolaska igle                                      | Brojčana oznaka | Konfiguracija materijala i mesto prolaska igle                                       | Brojčana oznaka |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | 1.01.01         |  | 1.20.01         |
|  | 1.06.01         |  | 1.23.01         |
|  | 1.06.02         |  | 2.01.02         |
|  | 1.06.03         |  | 2.02.01         |
|  | 1.07.01         |  | 2.02.03         |
|  | 1.12.01         |  | 4.08.02         |

U prvoj klasi, šavovi se izrađuju od najmanje dve komponente koje su ograničene sa iste strane. Svaka sledeća komponenta je slična ovim ili je ograničena sa obe strane. U drugoj klasi, šavovi se izrađuju od najmanje dve komponente od kojih je jedna ograničena sa jedne a druga sa druge strane. Komponente su postavljene jedna nasuprot drugoj na različitim nivoima i preklapaju se. Svaka sledeća komponenta je slična jednoj od ove dve ili je ograničena sa obe strane. I šavovi četvrte klase se izrađuju od najmanje dve komponente od kojih je jedna ograničena sa jedne a druga sa druge strane. Obe komponente su jedna nasuprot drugoj i na istom su nivou. Svaka sledeća komponenta je slična jednoj od ove dve ili je ograničena sa obe strane.

Šivenje uzoraka tkanina izvršeno je bodovima (tabela 12) koji pripadaju grupi dvostrukih i višestrukih zrnčanih bodova (300), dvostrukih i višestrukih lančanih bodova (400), obamitajućih (opšivnih ili rubnih) lančanih bodova (500) kao i njihovim kombinacijama.

Tabela 12. Tipovi bodova prema ISO 4915

| Šematski prikaz                                                                     | Oznaka boda | Šematski prikaz                                                                      | Oznaka boda |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | 301         |  | 301.504     |
|  | 401         |  | 401.504     |
|  | 504         |                                                                                      |             |

A, A1 - igleni konac, B, B1 i C - donji konac odnosno konac hvatača.

Za oblikovanje grupe bodova 300 potrebne su dve ili više grupa konaca. Pri šivenju se primenjeni konci međusobno prepliću. Petlje jedne grupe konaca se provlače kroz materijal za šivenje, gde se učvršćuju sa koncem ili koncima druge grupe. U grupu bodova 400 spadaju bodovi koji se oblikuju od dve ili više grupa konaca. Kod ovih bodova primenjeni konci se



međusobno ulančavaju. Petlje jedne grupe konaca prolaze kroz materijal koji se šije i učvršćuju se ispreplitanjem i ulančavanjem sa petljama druge grupe konaca. Grupa bodova 500 oblikuje se iz jedne ili više grupa konaca. Karakteristično je da se petlje, najmanje jedne grupe konaca, vode oko ruba materijala a petlje druge grupe konaca prolaze kroz materijal. Zatim se petlje učvršćuju ulančavanjem konaca pre nego što se naredne petlje vode kroz materijal ili sa prethodno ulančanim petljama.

### **3.2.4. Primenjene šivaće mašine**

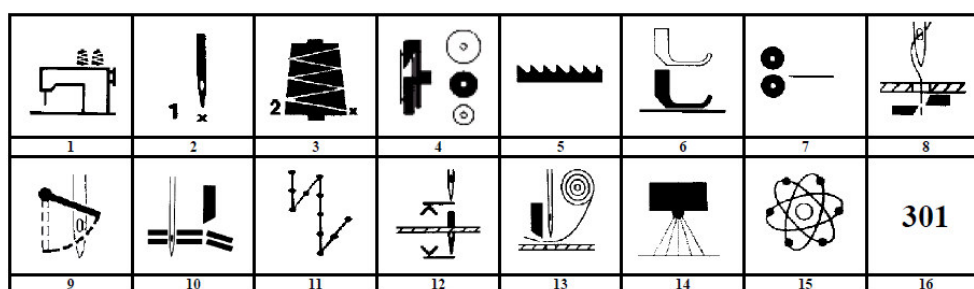
Šivenje uzoraka tkanina izvršeno je na šivaćim mašinama Pfaff 483 (za bod 301 i 301.504), Pfaf 5487 (za bod 401), Mauser spezial 2004 (za bod 504 i 301.504) i Mauser spezial 9732 (za bod 401.504) [83]. Osnovne karakteristike mašina su:

- visoka produktivnost;
- kompjuterska optimizacija faze vođenja konca i oblikovanja boda koja omogućava realizovanje kvalitetnog šava kod manje zategnutog konca, neznatno zamaranje konca, mali gubitak jačine konca pri šivenju i minimalno mršenje konca;
- mašine su bez vibracija, šumovi su prigušeni pogodnim prenosnim mehanizmima, dugi vek trajanja kod velikog stepena iskorišćenja, jevtino održavanje, bez mogućnosti zaprljanja materijala, mala potrošnja energije;
- neznatni pritisak na nožnu papučicu pri rukovanju mašinom, gladak (ravan) i lep šav, kontrola ivice pomoću senzora;
- mašine su snabdevene elektronskim stop motorima (digitalni sinhro motori) velikih i ravnomernih ubrzanja i velikih brzina šivenja (do 10000 min<sup>-1</sup>), malih dimenzija;
- održavanje jedinice je preko centralnog podmazivanja i pneumatskog mehanizma;
- sve mašine imaju oznake podklase u zavisnosti od tehničke opremljenosti i od operacija koje obavljaju;
- mašine imaju i posebne dodatne oznake modela (A - za lake i fine materijale, B - za srednje materijale, C - za jake i teške materijale), tipa materijala za koje su namenjene (L - za kožu, S - za tkanine), veličine hoda igle (\* - za igleni hod od 30 mm, HO - za igleni hod od 27 mm, H - za igleni hod od 33 mm), veličine hoda transporta (H3 - za hod donjeg transporta od 5.5 mm) i druge oznake (M - za trenutno isključenje, N - oznaka za dužinu uboda, R - oznaka brzohodnog modela, 700 do 799 - oznake konstrukcijske podklase, 900 do 999 oznake dodatnih uređaja).

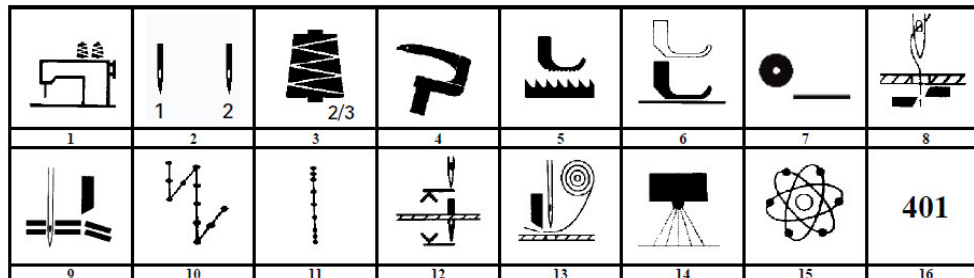
Osnovne tehničke karakteristike primenjenih šivaćih mašina su prikazane u tabeli 13 a na slikama 30 do 33 simboli tehničke opremljenosti upotrebljenih šivaćih mašina.

Tabela 13. Osnovne tehničke karakteristike šivaćih mašina

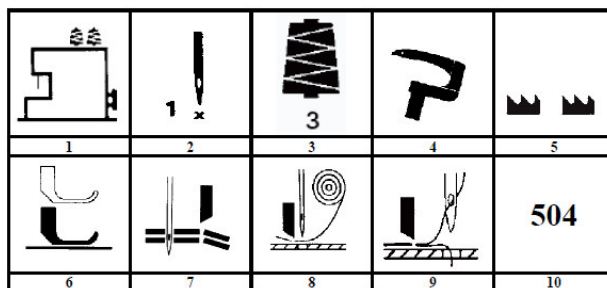
| Karakteristike            | Pfaff 483              | Pfaff 5487             | Mauser spezial 2004     | Mauser spezial 9732           |
|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Tip boda                  | 301                    | 401                    | 504                     | 401.504                       |
| Model mašine              | B i S                  | B i S                  | B i S                   | B i S                         |
| Vrsta transporta          | donji                  | gornji i donji         | donji diferencijalni    | donji diferencijalni i gornji |
| Maksimalna dužina boda    | 6 mm                   | 6 mm                   | 3.8 mm                  | 3.8 mm                        |
| Minimalna dužina boda     | 0.2 mm                 | 1.5 mm                 | 1.5 mm                  | 1.5 mm                        |
| Maksimalna brzina šivenja | 6000 min <sup>-1</sup> | 5000 min <sup>-1</sup> | 10000 min <sup>-1</sup> | 5500 min <sup>-1</sup>        |
| Visina podizanja papučice | 7 mm                   | 7 mm                   | 7 mm                    | 7 mm                          |
| Numeri igle               | 80 ÷ 100               | 80 ÷ 100               | 90 ÷ 110                | 90 ÷ 110                      |
| Rastojanje između igala   | -                      | -                      | -                       | 3 mm, 5 mm                    |
| Širina boda               | -                      | -                      | 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm  | 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm        |



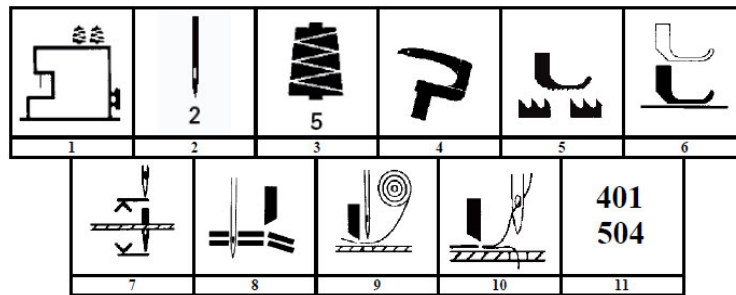
Slika 30. Simboli tehničke opremljenosti šivaće mašine Pfaff 483: 1- ravno postolje, 2- broj igala, 3- broj konaca, 4- horizontalni srednji hvatač, 5- donji transport, 6- automatika papučice, 7- transport sa valjcima, 8- rezač konca, 9- čistač konca, 10- vert. rezač ivica, 11- učvršćivanje šava, 12- pozicioniranje igle, 13- rezač trake, 14- fotočelijsko vođenje, 15- elektronsko vođenje, 16- tip boda



Slika 31. Simboli tehničke opremljenosti šivaće mašine Pfaff 5487: 1- ravno postolje, 2- broj igala, 3- broj konaca, 4- hvatač lančanog boda, 5- gornji i donji transport, 6- automatika papučice, 7- transport sa valjkom, 8- rezač konca, 9- vert. rezač ivica, 10- učvršćivanje šava, 11- promena gustine boda, 12- pozicioniranje igle, 13- rezač trake, 14- fotočel. vođenje, 15- elektronsko vođenje, 16- tip boda



Slika 32. Simboli tehničke opremljenosti šivaće mašine Mauser spezial 2004: 1- monoblok postolje, 2- broj igala, 3- broj konaca, 4- hvatač lančanog boda, 5- diferencijalni donji transport, 6- automatika papučice, 7- vertikalni rezač ivica, 8- rezač trake, 9- rezač lančića, 10- tip boda

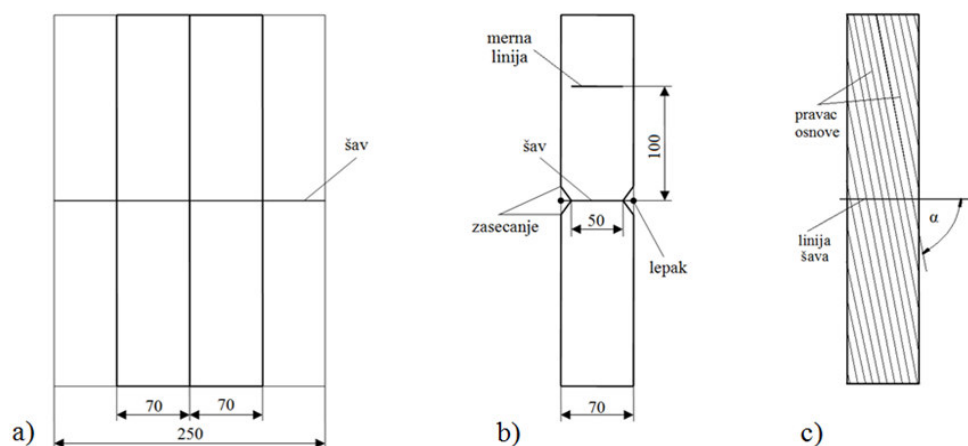


Slika 33. Simboli tehničke opremljenosti šivaće mašine Mauser spezial 9732: 1- monoblok postolje, 2- broj igala, 3- broj konaca, 4- hvatač lančanog boda, 5- diferencijalni donji i gornji transport, 6- automatika papučiće, 7- pozicioniranje igle, 8- vertikalni rezač ivica, 9- rezač trake, 10- rezač lančića, 11 - tip boda

### 3.2.5. Način pripreme uzoraka šavova

Da bi se upoređivala svojstva šavova na tkaninama, izvršeno je odgovarajuće pripremanje uzoraka za njihova ispitivanja [11].

Kako nastaje promena brzine od početka šivenja pa do postizanja radne brzine i prilikom zaustavljanja mašine (usled ubrzanja i usporenja motora), to uslovljava nejednake uslove šivenja po celoj dužini šava. Da bi se taj uticaj promene brzine na karakteristike šavova izbegao, uzorci tkanina su isečeni na početne dimenzije 250 mm x 200 mm. Takva dva uzorka se postave jedan preko drugog licem prema licu, ili na neki drugi način (prema tabeli 11), i spoje šavom po dužoj strani odgovarajućim bodom (prema tabeli 12). Uzorci šavova su posebno pripremljeni sa linijom šivenja u pravcu osnove a posebno u pravcu potke. Brzina šivenja svih uzoraka šavova je iznosila  $2500 \text{ min}^{-1}$  (slika 34).



Slika 34. Postupak pripreme uzoraka za ispitivanje jačine šavova (mere su u mm)

Iz sredine ovih uzoraka uzimaju se po dve epruvete za ispitivanje širine 70 mm (slika 34a). Konačni oblik epruveta dobija kada se zaseče u blizini šava sa obe strane, pazeći da se on ne ošteti, tako da dužina šava (deo koji se opterećuje pri ispitivanju na dinamometru) bude

50 mm (slika 34b). Prethodno su, na krajevima šava, konci zalepljeni lepkom za tkaninu da se ne bi šav parao. Zatim se na jednoj strani epruvete, koja se učvršćuje u gornju klemu dinamometra, iscrta merna linija na udaljenosti 100 mm od šava. Ona pomaže da se prilikom učvršćivanja epruvete u kleme šav nađe na sredini između klem. Uzorak - epruveta šava, kod koje pravac osnove zahvata određeni ugao ( $\alpha \neq 90^\circ$ ) sa linijom šava predstavljen je na slici 34c.

Jedan od faktora izrade kvalitetnog šava je i zategnutost šivaćih konaca. Ona je podešena tako da se preplitanje iglenog i donjeg konca ostvaruje na sredini materijala kod boda tipa 301, dok kod boda tipa 401 na donjoj površini. Kod boda tipa 504 preplitanje konaca hvatača se ostvaruje na sredini materijala. Kako bi se stvorili isti uslovi izrade svih uzoraka šavova, prilikom šivenja, vodilo se računa o pravilnom izgledu šava tj. da je uvek prava linija šivenja, da je šav gladak i bez nabiranja slojeva materijala. Takođe je neophodna bila ispravnost svih radnih delova šivaće mašine, a posebno ispravnost šivaćih igala, s obzirom da u velikoj meri od njih zavisi kvalitet šavova. Korišćene igle su imale normalni oblik vrha (Groz-Beckert) [84].

Svi tehnološki parametri prilikom formiranja šavova kao i rezultati ispitivanja dati su u tabelama u prilogu.

### **3.2.6. Primenjene metode ispitivanja**

Uzimanje odnosno izbor uzoraka korišćenih materijala za ispitivanje izvedeno je u saglasnosti sa standardom SRPS EN 12751. Ovaj standard propisuje uslove, mesta i količinu potrebnog materijala neophodnu za njegovu analizu [85].

#### **3.2.6.1. Metode za ispitivanje šivaćih konaca i tkanina**

Ispitivanje karakteristika šivaćih konaca izvedeno je primenom metoda koje su opisane standardima:

- SRPS EN ISO 2060 za podužnu masu (finoću) koja predstavlja masu konca dužine jednog kilometra,  $T_{tk}$  (tex) [86],
- SRPS EN ISO 2061 za upredenost kod končanja koja predstavlja broj uvoja na jednom metru dužine,  $T$  ( $m^{-1}$ ) [87],
- SRPS EN ISO 2062 za mehaničke karakteristike [88]:
  - \* prekidna sila, sila koja je potrebna da se konac prekine,  $F_{ak}$  (cN, N),
  - \* prekidno izduženje, izduženje konca u trenutku prekida u odnosu na početnu dužinu,  $\epsilon_k$  (%),

\* relativna prekidna sila, sila u momentu prekida po podužnoj masi:

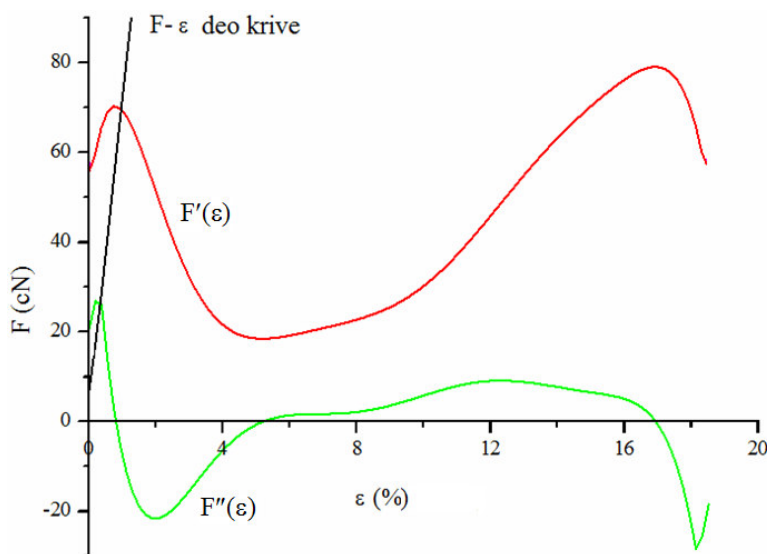
$$F_{rk} = \frac{F_{ak}}{T_t} (\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}) \quad (107)$$

\* F-ε dijagram, zavisnost sila - izduženje sve do prekida je karakteristika koja daje mnogo više podataka o mehaničkim karakteristikama od same prekidne sile. Npr. prema obliku krive može se odrediti sila na granici elastičnosti (modul elastičnosti), sila koja prouzrokuje relativnu deformaciju od 1 % (početni modul) itd.,

\* rad kidanja,  $A_k$  (J), određen je odgovarajućim softverom prema krivoj F-ε,

\* prekidna sila konca u petlji  $F_{akp}$  (cN) i prekidno izduženje konca u petlji  $\varepsilon_{kp}$  (%).

Prema funkciji krive  $F(\varepsilon)$ , maksimuma krive  $F'(\varepsilon)$ , nula funkcije krive  $F''(\varepsilon)$  (slika 35) i uz primenu odgovarajućeg softvera, određene su vrednosti sila  $F_{ek}$  (cN) i izduženja  $\varepsilon_{ek}$  (%) na granici elastičnosti šivaćih konaca. Takođe je, prema  $F_{ek}$ ,  $\varepsilon_{ek}$  i krive F-ε, određen i rad sile do granice elastičnosti konca  $A_{ek}$  (J) [25,28,31].



Slika 35. Prvi i drugi izvod funkcije  $F(\varepsilon)$

Ispitivanje karakteristika tkanina izvedeno je primenom metoda koje su opisane standardima:

- SRPS ISO 7211-5 i DIN 53830-3 za podužnu masu pređe iz uzoraka tkanine,  $T_t$  (tex) [89,90],
- SRPS F.S2.016 i BS EN 12127 za površinsku masu koja predstavlja masu tkanine na jedinicu površine,  $M$  ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ ) [91,92],
- SRPS EN 1049-2 [93] i ISO 7211 (1 do 6) [94-99] za gustinu osnove i potke tj. broj žica na jedan centimetar širine odnosno dužine tkanine,  $g_o$  i  $g_p$  ( $\text{cm}^{-1}$ ),

- za određivanje utkanja osnove i potke,  $U_o$  i  $U_p$  (%), je standard ISO 7211 (1 do 6) [94-99]; to je procenat skraćanja dužine pređe zbog njenog ugrađivanja u tkanini,
- SRPS EN ISO 5084 i ASTM D 1777 za debljinu tkanine koja je jednaka rastojanju između dve paralelne metalne ploče odvojene tkaninom,  $h$  (mm) [100,101],
- za mehaničke karakteristike SRPS EN ISO 13934-1 [102]:
  - \* prekidna sila tkanine,  $F_{at}$  (N),
  - \* prekidno izduženje,  $\epsilon_t$  (%),
  - \*  $F$ - $\epsilon$  dijagram,
  - \* rad kidanja,  $A_t$  (J).

Kao i kod šivaćeg konca tako i kod tkanine, prema funkciji  $F(\epsilon)$  uz primenu odgovarajućeg softvera određene su vrednosti sila  $F_{et}$  (N) i izduženja  $\epsilon_{et}$  (%), na granici elastičnosti tkanina, odnosno preko maksimuma krive  $F'(\epsilon)$  i krive  $F''(\epsilon) = 0$ . Takođe je, prema  $F_{et}$ ,  $\epsilon_{et}$  i krive  $F$ - $\epsilon$ , određen rad sile do granice elastičnosti tkanine  $A_{et}$  (J) [25,28,31].

### 3.2.6.2. Metode ispitivanja karakteristika šavova

Jedan od osnovnih pokazatelja kvaliteta šivenih proizvoda je jačina šava (prekidna sila šava) koja zavisi od različitih tehničko - tehnoloških parametara i to: vrste tkanine, vrste i podužne mase šivaćeg konca, numere šivaće igle, tipa šivaćeg boda, gustine boda, vrste šivenog šava i dr. Jačina šava se najčešće utvrđuje eksperimentalno određivanjem sile koju on može da izdrži. Utvrđivanje prekidne sile i prekidnog izduženja šivenog šava zasniva se na merenjima sile i izduženja pri njegovom konstantnom jednosmernom opterećenju.

Što se tiče deformacionih osobina šavova, najbolji pokazatelj kvaliteta je sila na granici elastičnosti. To je sila koju šav može da izdrži usled opterećenja a da pri tome ne dođe do njegove deformacije (oštećenja) odnosno da se posle prestanka opterećenja vrati u prvobitni oblik. Takođe bitna karakteristika je i potreban rad sile do granice elastičnosti. Obe veličine se dobijaju prema krivi sila - izduženje odgovarajućim postupkom kao što je pomenuto kod konaca i tkanina.

Metode za ispitivanje mehaničkih karakteristika šavova baziraju se na ispitivanju smicanja niti tkanine ili kidanja konca u području šava. U tu svrhu korišćene su sledeće metode: metoda firme tt Coats [33,38,39], modifikovana metoda prema DIN 53857-1 [41,42], metoda prema TGL 50547/02 i TGL 50547/03 [39,45,47], TXN 6093.5 metoda [34,39], metode prema standardima ASTM D 1683 [49], BS 3320 [50], SRPS EN ISO 13934-1 [102], SRPS EN ISO 13935 (1 i 2) [103,104], SRPS EN ISO 13936 (1 i 2) [105,106], SRPS F.S2.024 [51] i druge pomoćne metode [25,28,31].

U tom cilju određivane su ili su izračunavane sledeće karakteristike šavova:

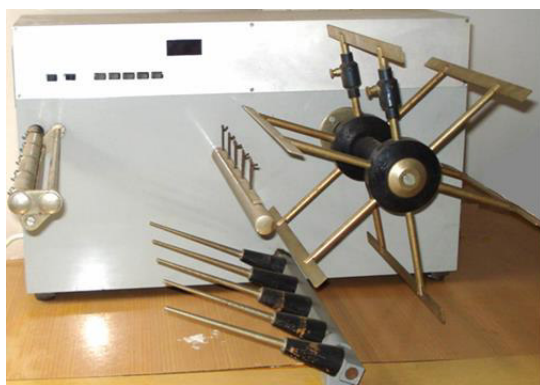
- prekidna sila šava,  $F_{aš}$  (N),
- relativna prekidna sila šava,  $F_{rš}$  ( $N \cdot cm^{-1}$ ),
- prekidno izduženje,  $\varepsilon_s$  (%),
- F- $\varepsilon$  dijagram i na osnovu njega (kao i kod konaca i tkanina):
  - \* sila na granici elastičnosti šava,  $F_{eš}$  (N),
  - \* relativna sila na granici elastičnosti,  $F_{reš}$  ( $N \cdot cm^{-1}$ ),
  - \* izduženje na granici elastičnosti,  $\varepsilon_{eš}$  (%),
  - \* rad sile do granice elastičnosti šavova  $A_{eš}$  (J) i dr.

Osim pomenutih metoda, za obradu podataka rezultata ispitivanja iskorišćene su metode matematičke statistike [107,108] i odgovarajući programski paketi.

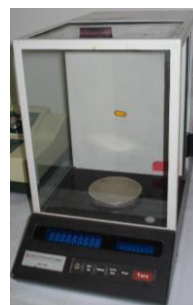
### 3.2.7. Uredaji - aparati za ispitivanje

Ispitivanje šivaćih konaca, tkanina, pređa iz tkanina i šivenih šavova izvršeno je pomoću sledećih aparata i pribora [109]:

- vitlo za namotavanje određene dužine šivaćeg konca u kanuricama (slika 36), Metefem FY-38 (Mađarska),
- analitička vaga za merenje mase konca, pređe (malih dimenzija) iz tkanine i uzoraka tkanine (slika 37), Denver Instrument AA-160 (USA),



Slika 36. Vitlo za namotavanje pređe i konaca Metefem FY-38



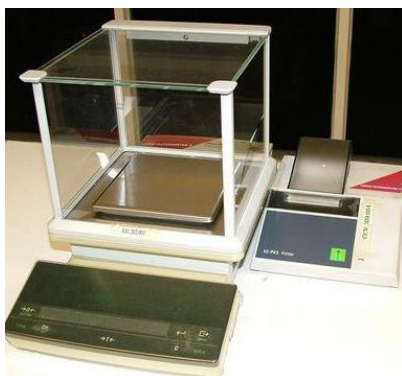
Slika 37. Analitička vaga Denver Instrument AA-160

- kružni sekač uzoraka tkanine određene površine (slika 38), Mesdan 175 B (Italija),
- Uster Autosorter 3 (Švajcarska) za merenje podužne mase konca (slika 39),
- torziometar za merenje broja uvoja kod končanja konca (slika 40), Metefem FY-16B YF-2100 (Mađarska),

- dinamometri Uster Tensorapid 4 (Švajcarska) i Metefem FY-19/B (Mađarska) za merenje prekidnih karakteristika šivaćeg konca (slike 42 i 43),
- instrument za merenje debljine tkanine (slika 41), Karl Schröder DM 100 (Nemačka),
- dinamometar Zwick/Roell Z010 (Nemačka) za merenje prekidne sile i prekidnog izduženja tkanine i šavova (slika 44).



Slika 38. Kružni sekač tkanine Mesdan 175 B



Slika 39. Uster Autosorter 3



Slika 40. Torziometar Metefem FY-16B



Slika 41. Debljinomer Karl Schröder DM 100



Slika 42. Dinamometar za pređu Uster Tensorapid 4



Slika 43. Dinamometar za pređu Metefem FY-19/B



Dinamometri Uster Tensorapid 4 i Zwick/Roell Z010 su opremljeni kompjuterima i odgovarajućim programskim paketima za određivanje mehaničkih karakteristika pređa, tkanina i šavova (Uster Quality Report i TestXpert). Oni istovremeno vrše obradu i analizu podataka merenja.



Slika 44. Dinamometar za tkanine Zwick/Roell Z010

### **3.2.8. Klimatski uslovi ispitivanja**

Klimatski uslovi pod kojima su vršena ispitivanja uzoraka odgovaraju standardnim uslovima ispitivanja, prema ISO 139 i SRPS EN ISO 139 [110], tj. kod relativne vlažnosti vazduha  $65 \% \pm 4 \%$  i temperature  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Kako bi svi uzorci bili ispitani pod istim uslovima, oni su prethodno dovedeni u standardno stanje u skladu sa pomenutim standardima. U tom cilju su svi uzorci čuvani najmanje 24 do 72 sata u prostoriju u kojoj se održavaju standardni klimatski uslovi.

### **3.3. Rezultati ispitivanja šivaćih konaca i tkanina**

Pre svake upotrebe materijala u procesu proizvodnje potrebno je proveriti njihove karakteristike. Tako su u tabeli 14 prikazani rezultati ispitivanja podužne mase, upredenosti kod končanja, prekidne sile i izduženja, relativne prekidne sile i rad kidanja šivaćih konaca a

u tabeli 15 prekidne sile i izduženja u petlji, sile i izduženja na granici elastičnosti i rad sile do granice elastičnosti konaca. Njihove vrednosti pokazuju da su u skladu sa odgovarajućim standardima i da se mogu koristiti za svoju namenu.

Tabela 14. Rezultati ispitivanja karakteristika konaca (I)

| Konac | Podužna masa, $T_t$ (tex) | Upredenost kod končanja, $T$ ( $m^{-1}$ ) | Prekidna sila, $F_{ak}$ (cN) | Prekidno izduženje, $\epsilon_k$ (%) | Relativna prekidna sila, $F_{rk}$ (cN/tex) | Rad kidanja, $A_k$ (J) |
|-------|---------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|
| K1    | 79.43                     | 627                                       | 1610                         | 6.83                                 | 20.27                                      | 0.2473                 |
| K2    | 41.67                     | 739                                       | 914.8                        | 5.68                                 | 21.95                                      | 0.1321                 |
| K3    | 76.14                     | 650.8                                     | 2527                         | 6.77                                 | 33.19                                      | 0.4199                 |
| K4    | 63.4                      | 609.5                                     | 1689                         | 5.65                                 | 26.65                                      | 0.2119                 |
| K5    | 38.39                     | 737.7                                     | 1156                         | 4.32                                 | 30.12                                      | 0.126                  |
| K6    | 35.4                      | 808.1                                     | 974.4                        | 6.79                                 | 27.53                                      | 0.1562                 |
| K7    | 26.43                     | 886                                       | 764.1                        | 5.31                                 | 28.91                                      | 0.0886                 |
| K8    | 73.31                     | 582.7                                     | 2734                         | 19.28                                | 37.3                                       | 1.113                  |
| K9    | 29.28                     | 1158.7                                    | 1001                         | 17.89                                | 34.18                                      | 0.3737                 |
| K10   | 26.34                     | 980.7                                     | 849.1                        | 18.38                                | 32.23                                      | 0.3424                 |
| K11   | 81.63                     | 602.9                                     | 3709                         | 23.99                                | 45.44                                      | 2.18                   |
| K12   | 68.16                     | 567.2                                     | 2773                         | 22.33                                | 40.69                                      | 1.527                  |
| K13   | 46.82                     | 875                                       | 1702                         | 22.93                                | 36.36                                      | 0.9046                 |
| K14   | 42.57                     | 805                                       | 1380                         | 20.36                                | 32.41                                      | 0.7009                 |
| K15   | 28.04                     | 1081.5                                    | 1021                         | 20.75                                | 36.41                                      | 0.4944                 |

Tabela 15. Rezultati ispitivanja karakteristika konaca (II)

| Konac | Prekidna sila u petlji, $F_{akp}$ (cN) | Prek. izduženje u petlji, $\epsilon_{kp}$ (%) | Sila na granici elastičnosti, $F_{ek}$ (cN) | Izduženje na granici elastič., $\epsilon_{ek}$ (%) | Rad do granice elastičnosti, $A_{ek}$ (J) |
|-------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| K1    | 2630                                   | 2.94                                          | 1348                                        | 5.97                                               | 0.17354                                   |
| K2    | 1536                                   | 2.78                                          | 777                                         | 4.878                                              | 0.0953                                    |
| K3    | 3112                                   | 2.92                                          | 633                                         | 1.84                                               | 0.02724                                   |
| K4    | 2186                                   | 2.44                                          | 833.4                                       | 3.26                                               | 0.05472                                   |
| K5    | 2002                                   | 2.66                                          | 282.2                                       | 1.085                                              | 0.00697                                   |
| K6    | 1594                                   | 2.74                                          | 315                                         | 2.58                                               | 0.01824                                   |
| K7    | 1142                                   | 2.74                                          | 341.7                                       | 2.886                                              | 0.01982                                   |
| K8    | 3208                                   | 9.02                                          | 223.9                                       | 1.488                                              | 0.00869                                   |
| K9    | 1506                                   | 7                                             | 138.5                                       | 2.5                                                | 0.0069                                    |
| K10   | 1426                                   | 8.56                                          | 105.9                                       | 1.5                                                | 0.0042                                    |
| K11   | 3526                                   | 8.84                                          | 1150.6                                      | 8.297                                              | 0.2891                                    |
| K12   | 3298                                   | 8.72                                          | 884.8                                       | 7.722                                              | 0.19482                                   |
| K13   | 1888                                   | 8.46                                          | 515.5                                       | 8.194                                              | 0.13324                                   |
| K14   | 2044                                   | 7.14                                          | 429.7                                       | 7.749                                              | 0.1067                                    |
| K15   | 1284                                   | 7.2                                           | 440.8                                       | 10.696                                             | 0.12322                                   |

U tabeli 16 prikazani su rezultati ispitivanja strukturnih i geometrijski karakteristika tkanina a u tabeli 17 mehaničkih karakteristika. Na osnovu njih se može ustanoviti da se i odabrane tkanine mogu koristiti za navedenu namenu.

Tabela 16. Rezultati ispitivanja strukturnih i geometrijskih karakteristika tkanina

| Tkanina | Podužna masa pređe,<br>$T_t$ (tex) |          | Površinska<br>masa,<br>$M$ (g/m <sup>2</sup> ) | Gustina                              |                                     | Utkanje              |                     | Debljina<br>$h$ (mm) |
|---------|------------------------------------|----------|------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|         | za osnovu                          | za potku |                                                | osnove,<br>$g_o$ (cm <sup>-1</sup> ) | potke,<br>$g_p$ (cm <sup>-1</sup> ) | osnove,<br>$U_o$ (%) | potke,<br>$U_p$ (%) |                      |
| A       | 27.23                              | 29.86    | 144.3                                          | 26.7                                 | 19.25                               | 2.06                 | 10.31               | 0.27                 |
| B       | 15.3x2                             | 32.12    | 191.42                                         | 36.75                                | 22.6                                | 6.1                  | 4.68                | 0.275                |
| C       | 16.83x2                            | 18.09x2  | 183.42                                         | 34.7                                 | 18.6                                | 3.85                 | 4.85                | 0.4                  |
| D       | 26.94                              | 46.84    | 163.43                                         | 27.15                                | 16.05                               | 4.33                 | 12.28               | 0.315                |
| E       | 14.18                              | 15.84    | 105.08                                         | 39.95                                | 28.5                                | 3.57                 | 9.42                | 0.19                 |
| F       | 13.91                              | 18.65    | 131.2                                          | 50.1                                 | 24.7                                | 5.39                 | 9.42                | 0.185                |
| G       | 31.22x2                            | 30.81x2  | 305.41                                         | 25.45                                | 19.35                               | 16.39                | 3.58                | 0.54                 |
| H       | 17.91x2                            | 14.93x2  | 248.03                                         | 36.6                                 | 26.4                                | 4.03                 | 5.3                 | 0.34                 |
| I       | 29.1                               | 48.8     | 257.39                                         | 49.07                                | 21.6                                | 7.32                 | 3.75                | 0.44                 |
| J       | 17.41x2                            | 25.21x2  | 296.48                                         | 46.6                                 | 23.8                                | 7.58                 | 5.21                | 0.49                 |
| K       | 16.87x2                            | 17.49x2  | 206.13                                         | 34.8                                 | 24.85                               | 4.4                  | 5.48                | 0.41                 |
| L       | 36.59                              | 53.34    | 249.4                                          | 35                                   | 18.67                               | 12.28                | 6.77                | 0.5                  |

Tabela 17. Rezultati ispitivanja mehaničkih karakteristika tkanina

| Tkanina | Prekidna<br>sila,<br>$F_{at}$ (N) | Prekidno<br>izduženje,<br>$\varepsilon_t$ (%) | Rad kidanja,<br>$A_t$ (J) | Sila na granici<br>elastičnosti,<br>$F_{et}$ (N) | Izduženje na<br>granici elastič.,<br>$\varepsilon_{et}$ (%) | Rad do granice<br>elastičnosti,<br>$A_{et}$ (J) |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Ao      | 423.44                            | 5.72                                          | 2.0395                    | 353.64                                           | 4.973                                                       | 1.4611                                          |
| Ap      | 304.01                            | 11.01                                         | 2.604                     | 213.41                                           | 8.912                                                       | 1.488                                           |
| Bo      | 1273.3                            | 19.27                                         | 22.9962                   | 847.04                                           | 13.268                                                      | 9.9411                                          |
| Bp      | 864.6                             | 17.41                                         | 14.2114                   | 345.2                                            | 7.8                                                         | 2.1368                                          |
| Co      | 1081.05                           | 7.98                                          | 6.6522                    | 892.07                                           | 6.943                                                       | 0.449                                           |
| Cp      | 462.73                            | 8.03                                          | 3.0546                    | 377.03                                           | 6.889                                                       | 2.1053                                          |
| Do      | 577.76                            | 6.13                                          | 2.9628                    | 460.02                                           | 5.01                                                        | 1.8634                                          |
| Dp      | 270.49                            | 10.86                                         | 1.5287                    | 208.05                                           | 9.792                                                       | 0.9971                                          |
| Eo      | 475.43                            | 6.33                                          | 2.3734                    | 347.02                                           | 5.073                                                       | 1.3555                                          |
| Ep      | 373.98                            | 11.38                                         | 2.8641                    | 252.28                                           | 9.194                                                       | 1.5117                                          |
| Fo      | 736.23                            | 6.11                                          | 3.1491                    | 567.12                                           | 5.22                                                        | 2.0018                                          |
| Fp      | 295.04                            | 9.71                                          | 1.7845                    | 138.57                                           | 6.846                                                       | 0.6071                                          |
| Go      | 728.23                            | 18.94                                         | 9.9704                    | 542.63                                           | 16.144                                                      | 6.354                                           |
| Gp      | 551.34                            | 8.17                                          | 3.3621                    | 327.13                                           | 5.794                                                       | 1.3796                                          |
| Ho      | 1545.5                            | 11.53                                         | 15.2763                   | 1205.78                                          | 9.423                                                       | 9.403                                           |
| Hp      | 985.13                            | 21.03                                         | 18.5358                   | 664.34                                           | 14.931                                                      | 8.2828                                          |
| Io      | 916.81                            | 17.32                                         | 17.4882                   | 236.3                                            | 3.75                                                        | 0.767                                           |
| Ip      | 932.03                            | 17.15                                         | 16.2378                   | 299.9                                            | 5.465                                                       | 1.4002                                          |
| Jo      | 1670.81                           | 11.38                                         | 12.8572                   | 1407.78                                          | 10.308                                                      | 9.5834                                          |
| Jp      | 879.66                            | 9.83                                          | 5.6158                    | 786.43                                           | 9.242                                                       | 4.6165                                          |
| Ko      | 1032.24                           | 7.88                                          | 6.3313                    | 815.6                                            | 6.664                                                       | 4.0831                                          |
| Kp      | 634.26                            | 8.89                                          | 4.3408                    | 486.56                                           | 7.412                                                       | 2.6618                                          |
| Lo      | 672.06                            | 13.23                                         | 5.3968                    | 468.82                                           | 11.191                                                      | 3.0469                                          |
| Lp      | 443.47                            | 10.4                                          | 3.3966                    | 307.45                                           | 8.257                                                       | 1.7913                                          |

o - pravac osnove, p - pravac potke.

### 3.4. Rezultati ispitivanja mehaničkih karakteristika šavova

Na osnovu sveobuhvatnih izvedenih ispitivanja karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova, dobijeni su rezultati koji su prikazani u obliku tabela u prilogu rada. U tabelama su navedeni zbirni rezultati mehaničkih karakteristika šivaćih konaca i tkanina, upotrebljeni tip boda i šava, gustina boda, numera šivaće igle, rezultati mehaničkih karakteristika šavova kao i nekih veličina bitnih za njihovo predviđanje - projektovanje. U radu će biti prikazan uticaj vrste šivaćih konaca i tkanina na karakteristike šavova za različite tipove šavova i bodova [11,111-116].

Prema metodi tt. Coats, relativna prekidna sila šava određuje se na 1 cm dužine u poprečnom pravcu u odnosu na liniju šava. Izračunava se na osnovu prosečne vrednosti prekidne sile i dužine šava (tj. širine epruvete za ispitivanje) prema izrazu:

$$F_{rs} = \frac{F_{as}}{b} \text{ (N}\cdot\text{cm}^{-1}\text{)} \quad (108)$$

gde je:  $F_{rs}$  - relativna prekidna sila šava ( $\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}$ ),

$F_{as}$  - prekidna sila šava epruvete (N),

$b$  - širina epruvete šivenog uzorka (cm).

Za adekvatnije upoređivanje šavova različitih tipova nastalih od različitih bodova, vrsta konaca i drugo, uvedena je veličina prekidne sile šava po jednom bodu (tabele u prilogu). Ona se dobija prema izrazu:

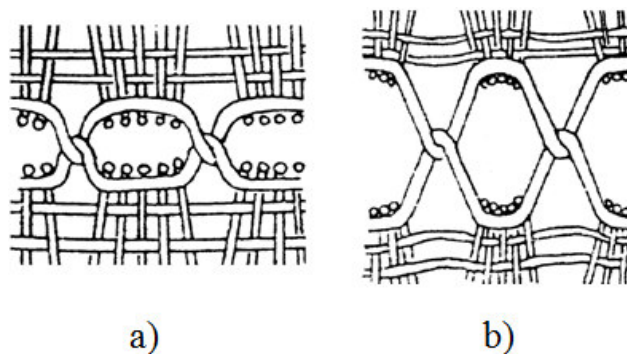
$$F_{asb} = \frac{F_{rs}}{G_b} \text{ (N)} \quad (109)$$

gde je:  $F_{asb}$  - prekidna sila šava po jednom bodu (N),

$G_b$  - gustina boda - uboda ( $\text{cm}^{-1}$ ).

Proučavajući proces formiranja i oblikovanja boda može se primetiti da, zbog prisustva sile zatezanja i sile trenja u fazi preplitanja gornjeg i donjeg konca, dolazi do zbijanja odnosno stisnuća niti osnove i potke. Na tom mestu šav dobija najveću deformaciju koja se prema sredini smanjuje. Zbog toga se menja i geometrijski oblik boda. Na slici 45a dat je šematski prikaz šava sa bodom tipa 301. Kada se takav šav izloži naprezanju, opterećenje će se preneti preko sistema niti tkanine na konac koji će dovesti do još većeg zbijanja niti tkanine (slika 45b).

Polazeći od analize ispitivanja prekidnih sila šava i nestabilnosti sistema žica tkanine i sistema konaca u šavu usled opterećenja, neophodno je da se, prilikom predviđanja prekidnih sila šivenih šavova, uvedu odgovarajući koeficijenti korekcije koji će uzimati u obzir ovu činjenicu. Isto se dešava kod šavova sa ostalim tipovima bodova.



Slika 45. Šematski prikaz šava sa bodom tipa 301:  
a) pre opterećenja, b) za vreme opterećenja

Što se tiče deformacionih svojstava šavova, najbolji pokazatelj kvaliteta je sila na granici elastičnosti. To je sila koju materijal odnosno šav može da izdrži usled opterećenja a da pri tome ne dođe do njegove deformacije (oštećenja) odnosno da se posle prestanka opterećenja vrati u prvobitni oblik. Ova veličina se dobija prema krivi sila - izduženje postupkom diferenciranja.

Da bi se mogli uporediti različiti šavovi definisana je veličina sile na granici elastičnosti šava po jednom bodu (tabele u prilogu). Ona se izračunava prema formuli:

$$F_{ešb} = \frac{F_{reš}}{G_b} \text{ (N)} \quad (110)$$

gde je:  $F_{ešb}$  - sila na granici elastičnosti šava po jednom bodu (N),

$F_{reš}$  - relativna sila na granici elastičnosti šava ( $\text{N} \cdot \text{cm}^{-1}$ ).

Takođe bitno svojstvo je i potreban rad sile do granice elastičnosti  $A_{eš}$  (J). On se dobija na osnovu krive sila - izduženje odgovarajućim postupkom integraljenja.

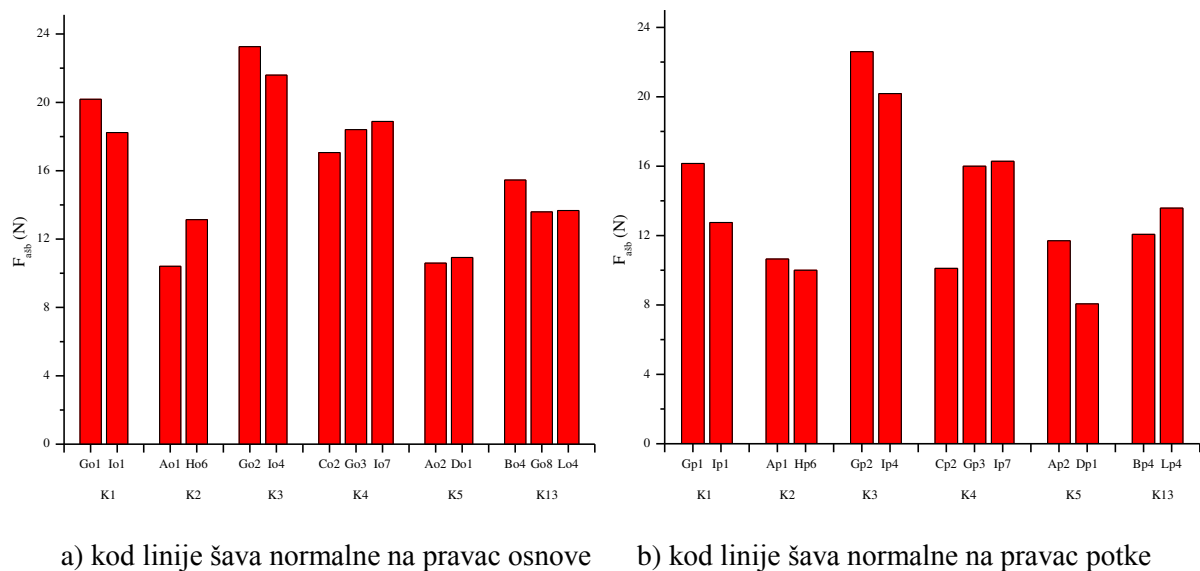
### 3.4.1. Uticaj vrste konca na mehaničke karakteristike šavova

Šivaći konac je značajan parametar procesa šivenja jer ima veliki uticaj na karakteristike šavova. Od njegovih fizičko-mehaničkih karakteristika u velikoj meri zavise mehaničke karakteristike šavova. Isto tako, konac mora da poseduje i ostala dobra svojstva kao što su glatkoća, ravnomernost po debljini, minimalno skupljanje, otpornost na visoke temperature, balans, jer i od njih zavisi uspešan proces šivenja.

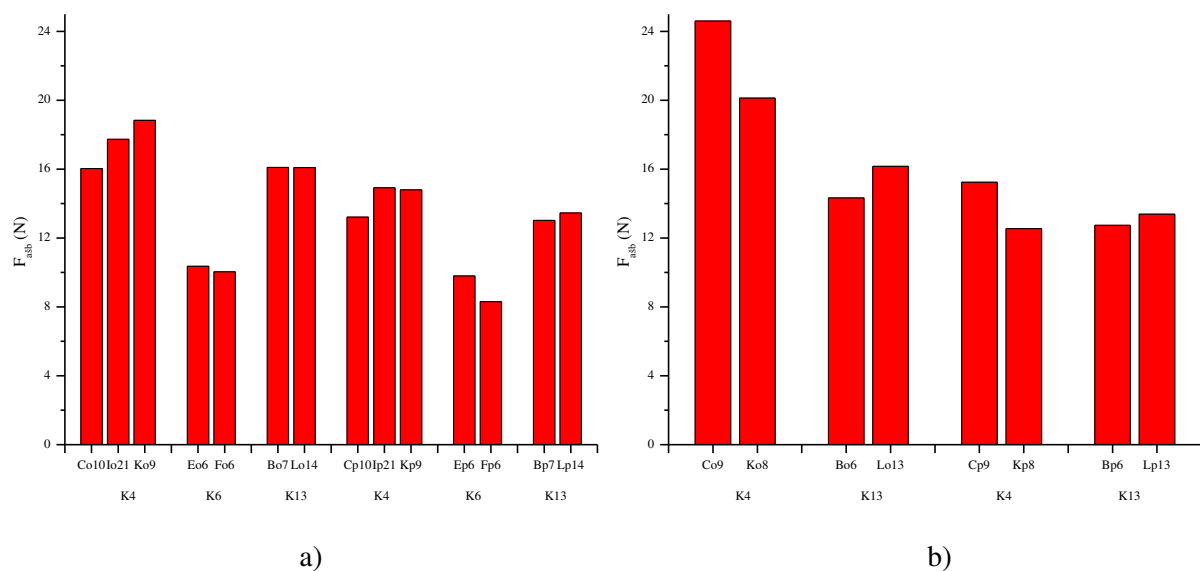
Da bi se ustanovio uticaj vrste konca na karakteristike šavova, vodilo se računa da svi ostali tehnički i tehnološki parametri procesa pripreme i ispitivanja uzoraka budu isti. Sve vrednosti ovih parametara date su u prethodnim napomenama i tabelama u prilogu.

### 3.4.1.1. Uticaj vrste konca na promenu prekidne sile šava

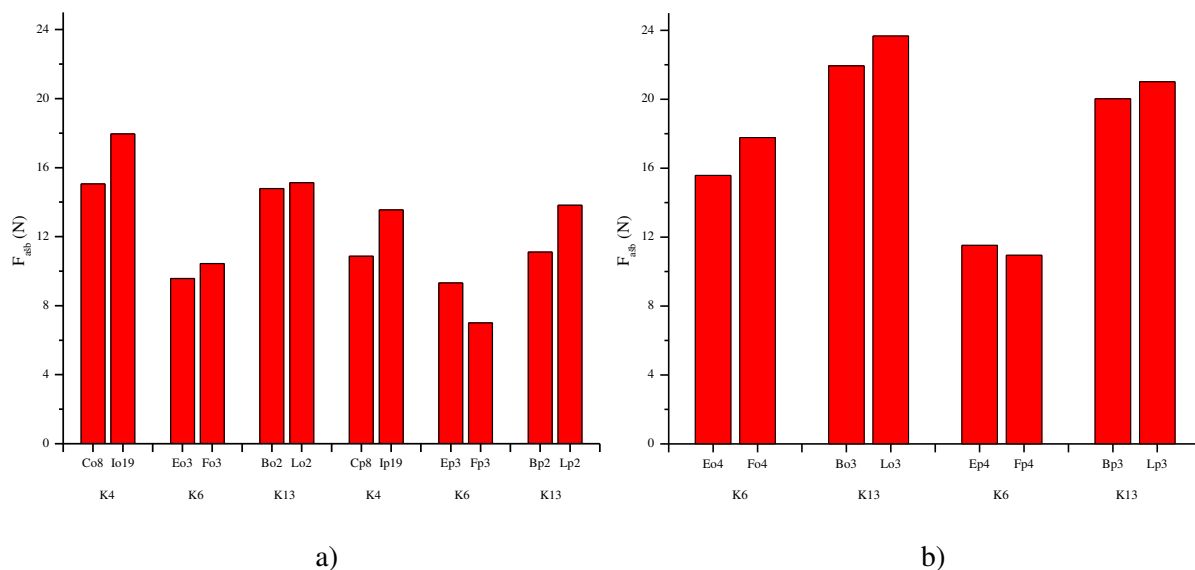
Na slikama 46 do 49 prikazani su histogrami promene prekidne sile šava po jednom bodu ( $F_{ašb}$ ) u zavisnosti od vrste konca kod pojedinih tipova bodova, šavova i tkanina.



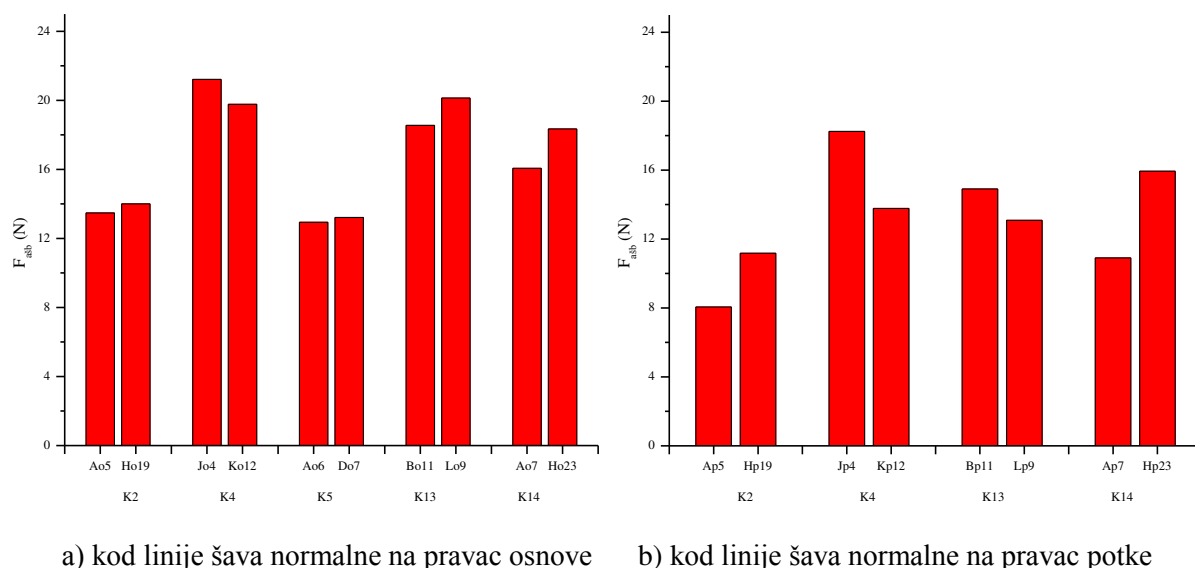
Slika 46. Promena prekidne sile šava po bodu u zavisnosti od vrste konca za šav 1.01.01/301



Slika 47. Promena prekidne sile šava po bodu u zavisnosti od vrste konca za šavove  
a) 1.06.01/301 i b) 1.07.01/301



Slika 48. Promena prekidne sile šava po bodu u zavisnosti od vrste konca za šavove  
a) 2.02.01/301 i b) 2.02.03/301



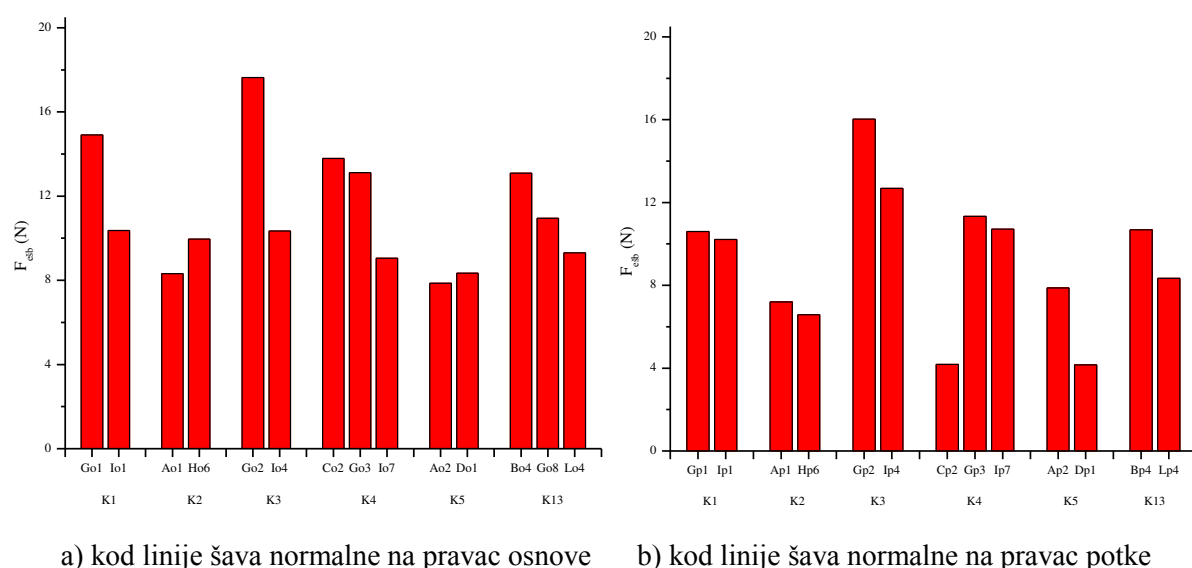
Slika 49. Promena prekidne sile šava po bodu u zavisnosti od vrste konca kod šava  
1.01.01/401

Kada se pogleda uticaj vrste konca na prekidnu silu šava (na prikazanim slikama i u tabelama u prilogu), vidi se da su veće vrednosti kod šavova kod kojih je redom upotrebljen konac 3, 4, 1, 13 i 6 kao i 14, 2 i 5. Naravno, ovaj redosled odgovara redosledu mehaničkih karakteristika konaca (prekidnoj sili). Takođe se može konstatovati da i prekidno izduženje šavova zavisi od prekidnog izduženja konaca. Kod upotrebe konaca iz mešavine poliesterskih filamentnih i pamučnih vlakana, uzorci šavova pokazuju veća izduženja u odnosu na ostale. Naime, ova vrsta konaca ima veće izduženje koje se manifestuje i na prekidno izduženje šavova.

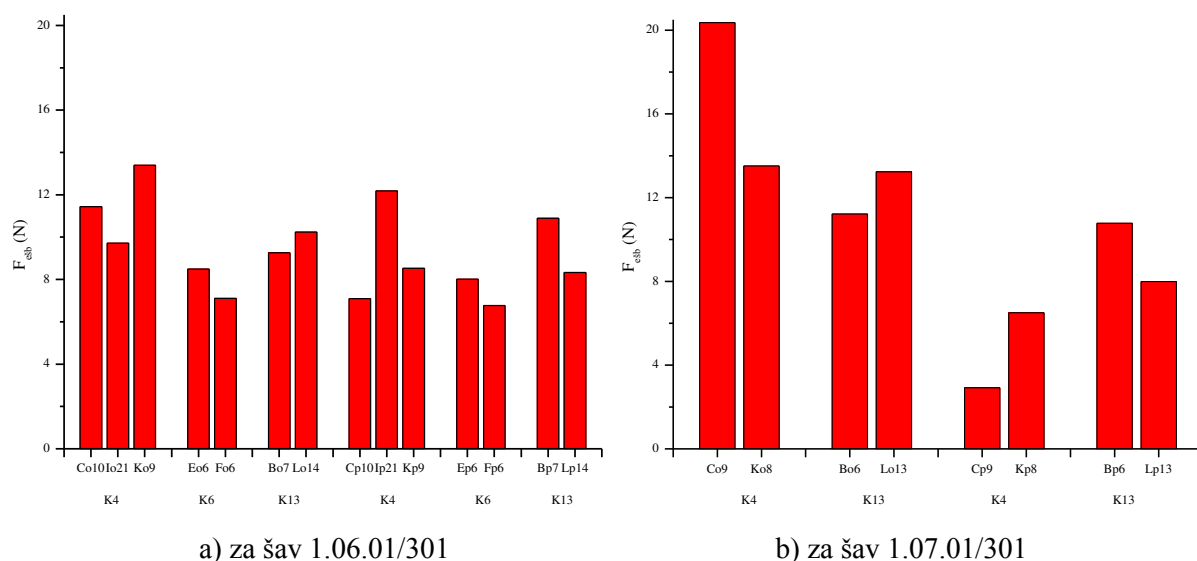
Svi ovi navodi važe za uzorke sa linijom šava normalnom na pravac osnove odnosno potke s tim što su nešto slabije prekidne sile kod linije šava normalne na pravac potke (zbog manje gustine potke u tkanini) a veća prekidna izduženja (zahvaljujući većim utkanjima i manjim gustinama potki).

### 3.4.1.2. Uticaj vrste konca na promenu sile na granici elastičnosti šava

Na slikama 50 do 53 predstavljeni su pojedini histogrami promene sile na granici elastičnosti šava po jednom bodu ( $F_{esb}$ ) u zavisnosti od vrste konca za različite tipove bodova, šavova i tkanina.

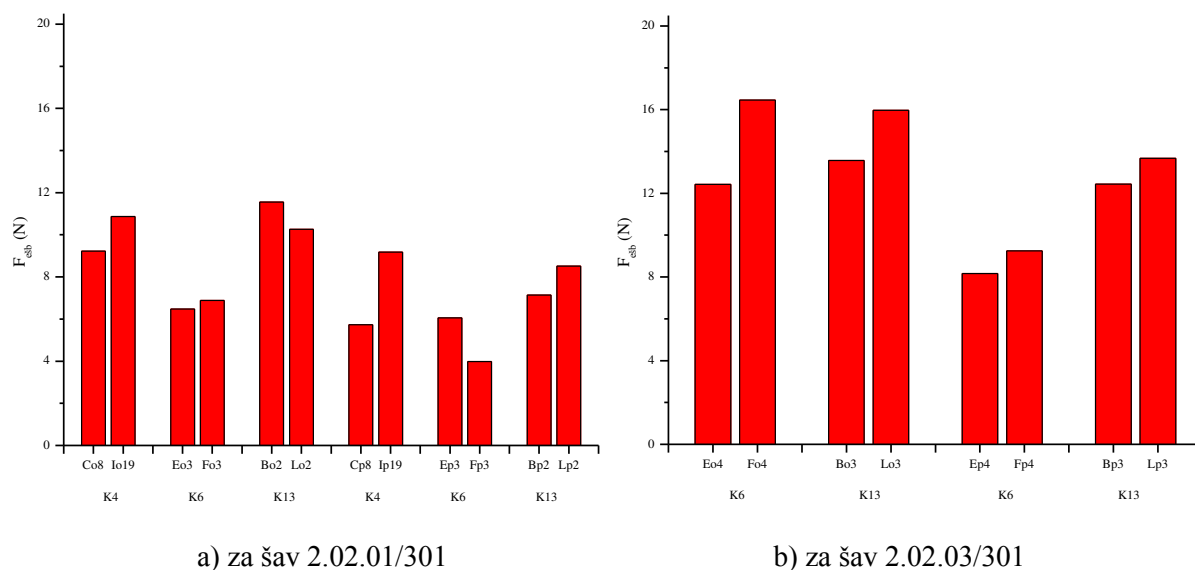


Slika 50. Promena sile na granici elastičnosti šava po bodu u zavisnosti od vrste konca za šav 1.01.01/301

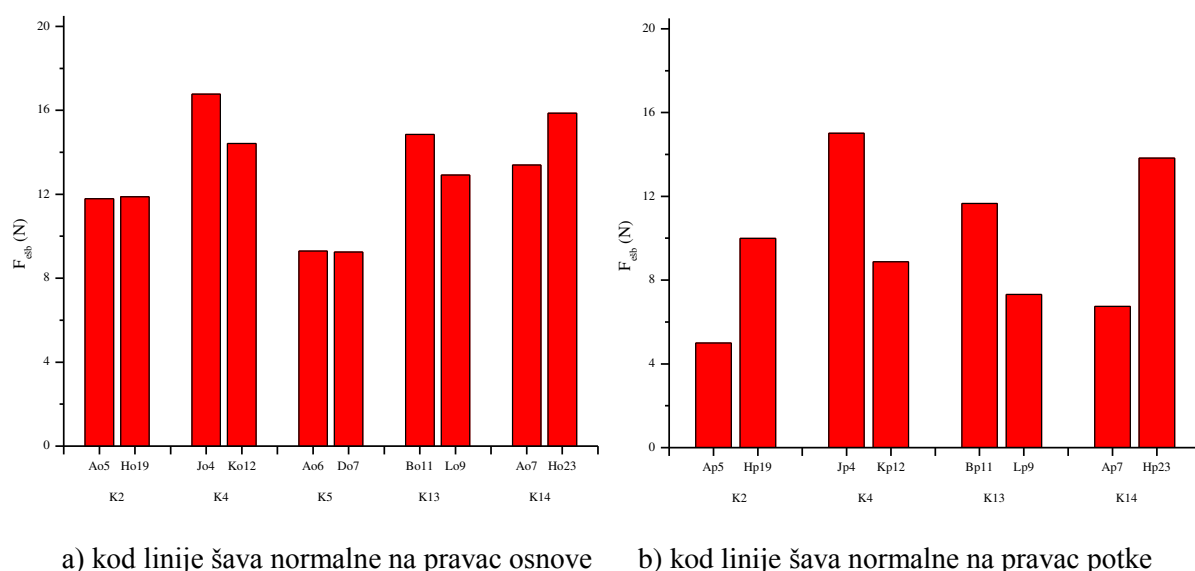


Slika 51. Promena sile na granici elastičnosti šava po bodu u zavisnosti od vrste konca





Slika 52. Promena sile na granici elastičnosti šava po bodu u zavisnosti od vrste konca



Slika 53. Promena sile na granici elastičnosti šava po bodu u zavisnosti od vrste konca za šav 1.01.01/401

Kao kod prekidne sile tako i kod sile na granici elastičnosti šava šivaći konac ima veliki uticaj. Veće vrednosti sile na granici elastičnosti imaju šavovi kod kojih je redom upotrebljen konac 3, 4, 1, 13 i 6 kao i 14, 2 i 5. Ovaj redosled odgovara redosledu prekidnih sila i sila na granici elastičnosti konaca. Isto tako se može ustanoviti da i veličina izduženja na granici elastičnosti šavova zavisi od prekidnog izduženja i izduženja na granici elastičnosti konaca. Kod upotrebe konaca iz mešavine poliesterskih filamentnih i pamučnih vlakana, uzorci šavova imaju veća izduženja u odnosu na ostale. Ova vrsta konaca ima veće izduženje koje se manifestuje na veličinu sile i izduženja na granici elastičnosti šavova. Navedene

konstatacije važe i za uzorke sa linijom šava normalnom na pravac osnove i za uzorke sa linijom šava normalnom na pravac potke.

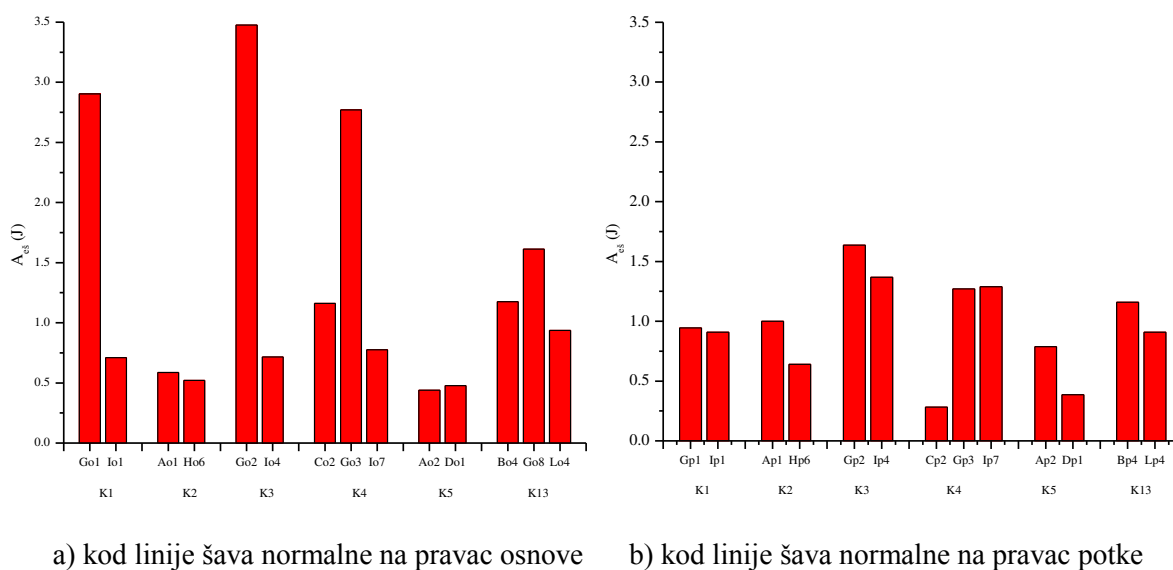
Nešto veće vrednosti sile i izduženja na granici elastičnosti je kod uzoraka sa linijom šava normalnom na pravac osnove u odnosu na pravac potke (zbog veće gustine osnove u tkanini).

### 3.4.1.3. Uticaj vrste konca na promenu rada sile do granice elastičnosti šava

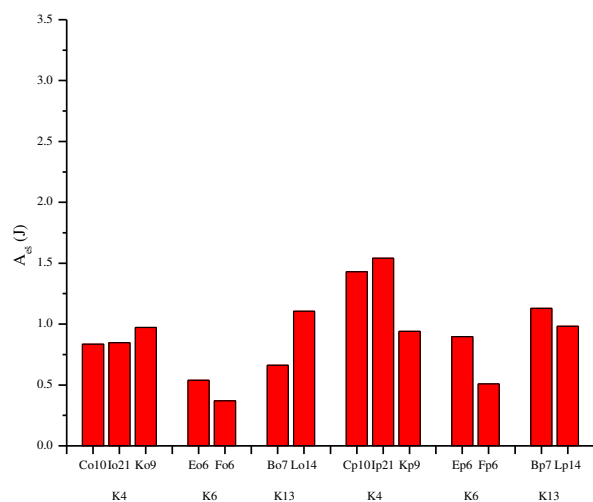
Rad sile je veličina koja zavisi od vrednosti veličine sile i pripadajućeg izduženja.

Potreban rad sile za savlađivanje otpora šava pri istezanju do granice elastičnosti se određuje na osnovu krive  $F - \varepsilon$  postupkom integraljenja do vrednosti sile na granici elastičnosti šava i pripadajućeg izduženja.

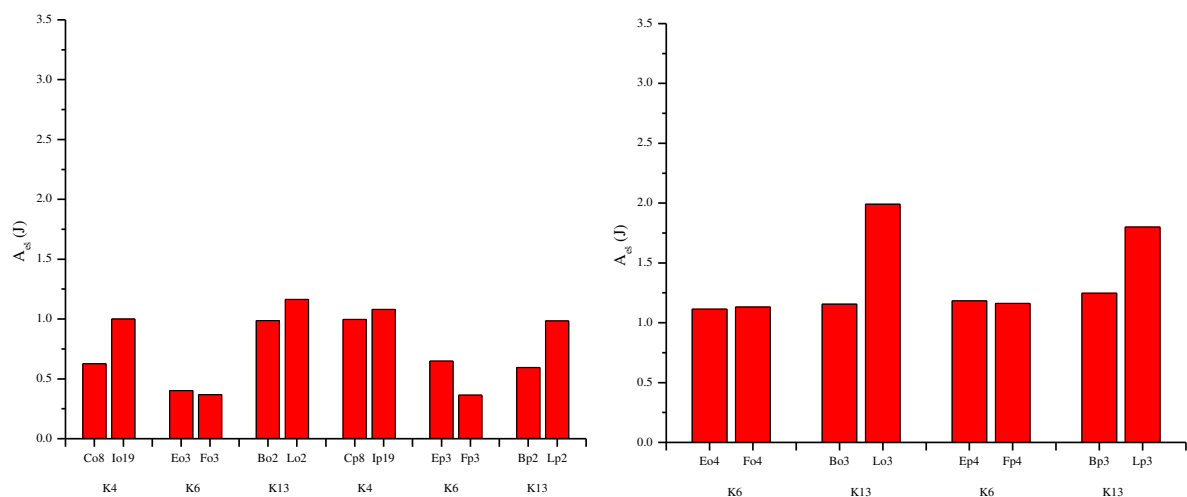
Rezultati promene rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{eš}$ ) u zavisnosti od vrste konca za različite tipove bodova i šavova i vrste tkanina, predstavljani su na sledećim slikama 54 do 57.



Slika 54. Promena rada sile do granice elastičnosti šava u zavisnosti od vrste konca za šav 1.01.01/301



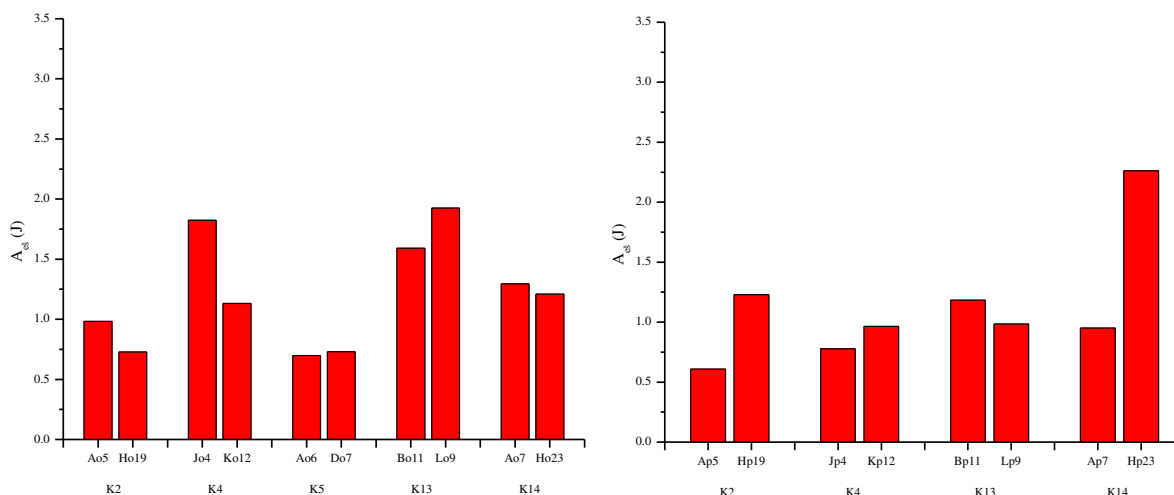
Slika 55. Promena rada sile do granice elastičnosti šava u zavisnosti od vrste konca za šav 1.06.01/301



a) za šav 2.02.01/301

b) za šav 2.02.03/301

Slika 56. Promena rada sile do granice elastičnosti šava u zavisnosti od vrste konca za šavove a) 2.02.01/301 i b) 2.02.03/301



a) kod linije šava normalne na pravac osnove      b) kod linije šava normalne na pravac potke

Slika 57. Promena rada sile do granice elastičnosti šava u zavisnosti od vrste konca kod šava 1.01.01/401

Sama reč rad sile do granice elastičnosti predstavlja potreban (uloženi) rad do postizanja sile na granici elastičnosti šava (za savlađivanje sile). Sa histograma se vidi da su veće vrednosti rada sile do granice elastičnosti šava kod uzoraka gde je redom upotrebljen konac 3, 4, 1 i 13 odnosno 14, 2 i 5 (i za liniju šava normalnu na pravac osnove i normalnu na pravac potke). I ovde ovakav redosled odgovara redosledu prekidnih karakteristika šivaćih konaca.

Na slici 54a, gde je korišćen šav 1.01.01/301 i linija šava normalna na pravac osnove, se može videti da su prilično veće vrednosti rada sile do granice elastičnosti šava kod primenjene tkanine G. Tu je došlo do izražaja mehaničkih svojstava tkanine u pravcu osnove ne samo na rad sile do granice elastičnosti šava već i na prekidnu silu i na silu na granici elastičnosti.

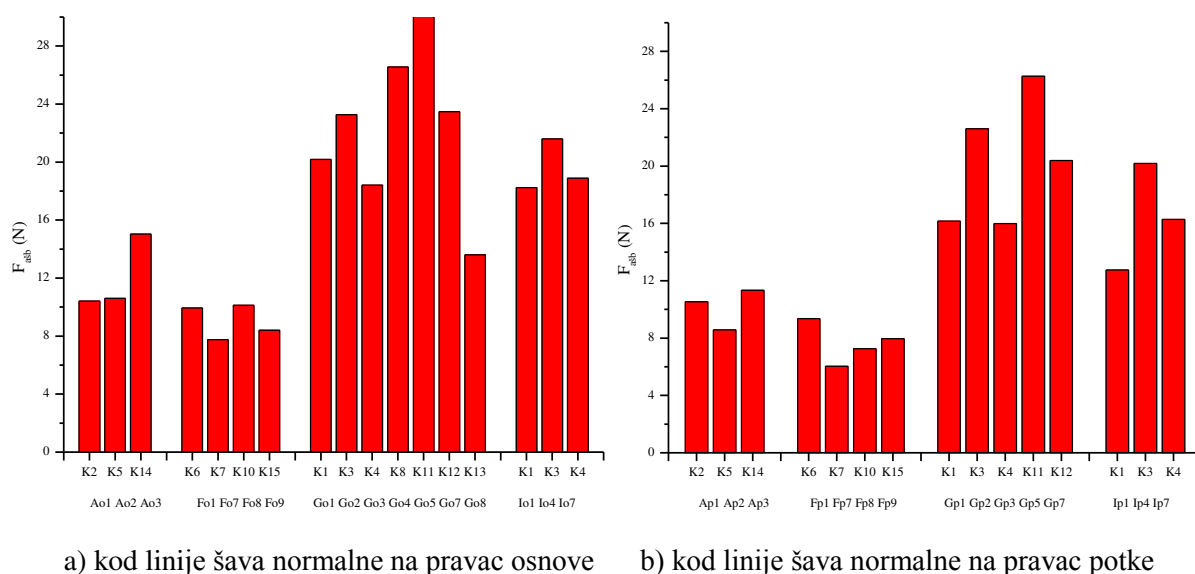
Na osnovu grafika i pomenutih komentara može se konstatovati da karakteristike šavova, pre svega mehaničke, zavise u priličnoj meri od svojstava primenjenih šivaćih konaca.

### 3.4.2. Uticaj vrste tkanina na mehaničke karakteristike šavova

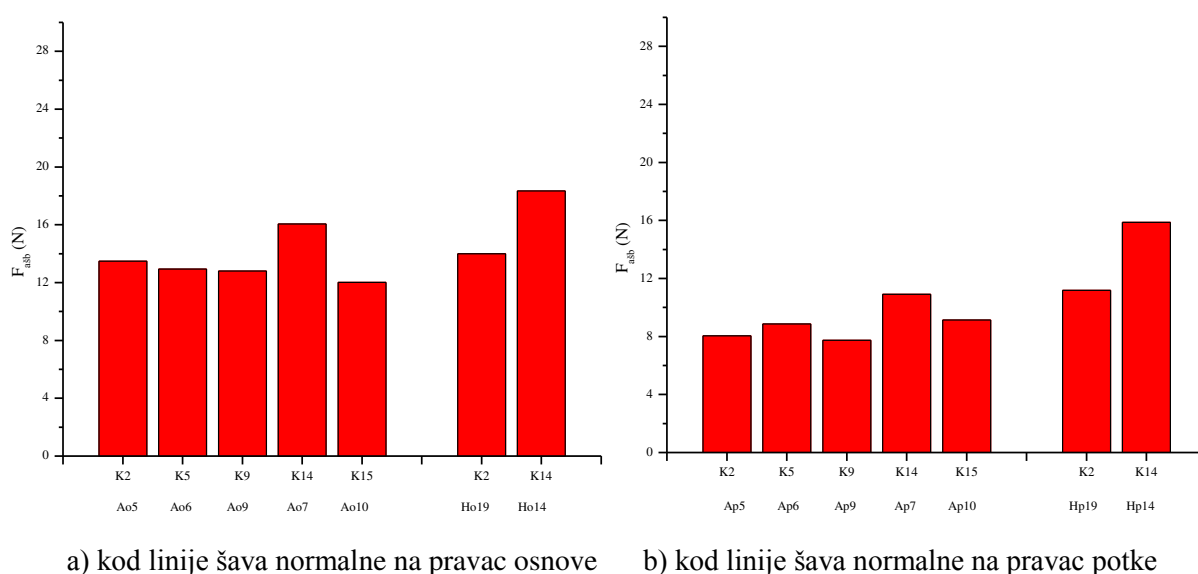
Kod odabira materijala, odnosno tkanine, za odeću prvenstveno se vodi računa da on svojim izgledom, bojom, i drugim svojstvima zadovolji ukus potrošača. Osnovni zahtev koji se postavlja pred svakom odećom, a samim tim i materijalom za njenu izradu, je da što duže očuva svoju formu i izgled u procesu eksploatacije. Da bi se to postiglo, tkanine mora da imaju: dobru dimenzionalnu stabilnost, izdržljivost na mehanička opterećenja, malu

deformaciju pri višestrukom istezanju i gužvanju, dobru otpornost prema trenju i dr., jer od ovih svojstava tkanina zavisice i karakteristike šavova na odeći. Zato su u ovom delu istraživanja prikazane zavisnosti uticaja nekih vrsta tkanina na mehaničke karakteristike šavova.

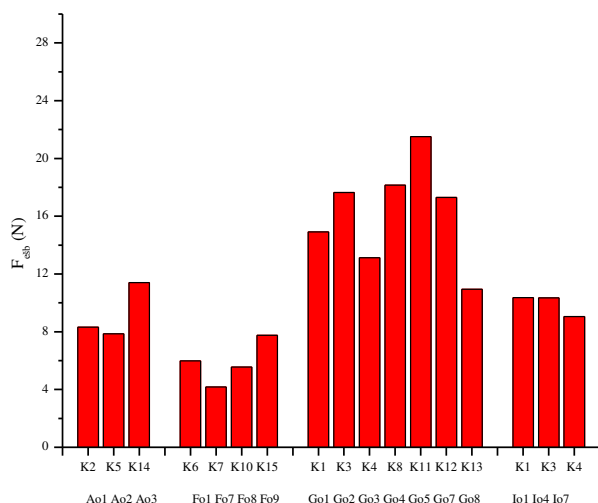
Na slikama 58 i 59 prikazani su histogrami promene prekidne sile šava ( $F_{asb}$ ), na slikama 60 i 61 promene sile na granici elastičnosti šava ( $F_{esb}$ ) i na slikama 62 i 63 promene rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{es}$ ). Za ovo ispitivanje upotrebljene su tkanine A, F, G i I za šav 1.01.01/301 i A i H za šav 1.01.01/401 uz upotrebljene različite šivaće konce.



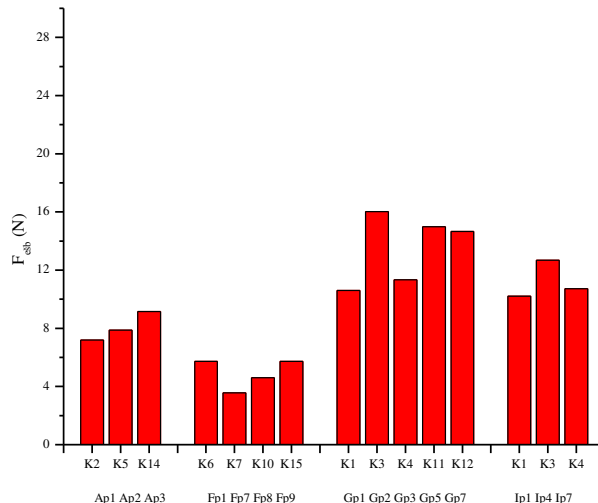
Slika 58. Promena prekidne sile šava po bodu u zavisnosti od vrste tkanina za šav 1.01.01/301



Slika 59. Promena prekidne sile šava po bodu u zavisnosti od vrste tkanina za šav 1.01.01/401

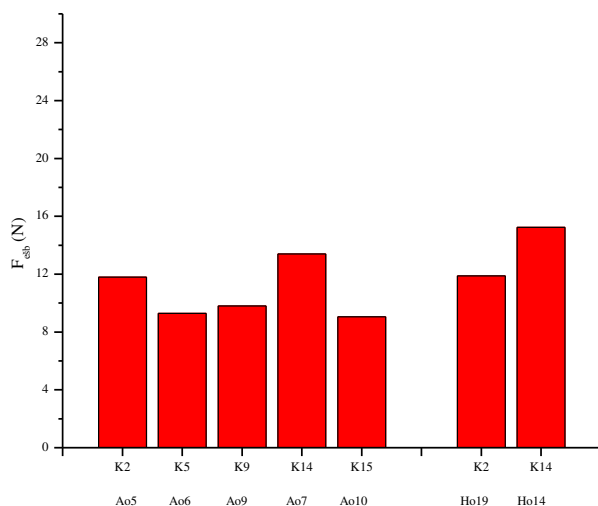


a) kod linije šava normalne na pravac osnove

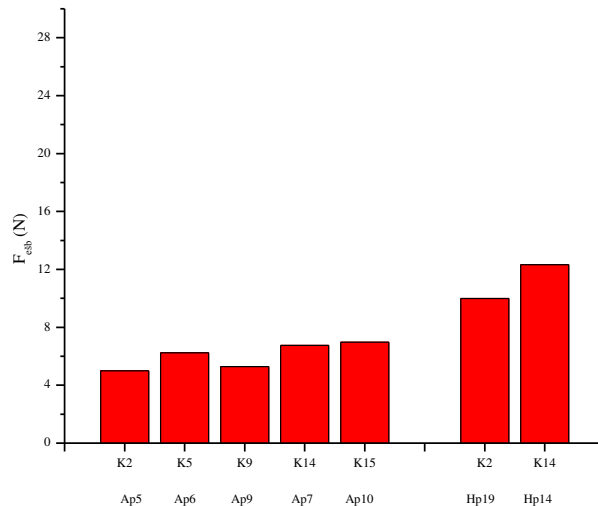


b) kod linije šava normalne na pravac potke

Slika 60. Promena sile na granici elastičnosti šava po bodu u zavisnosti od vrste tkanina za šav 1.01.01/301

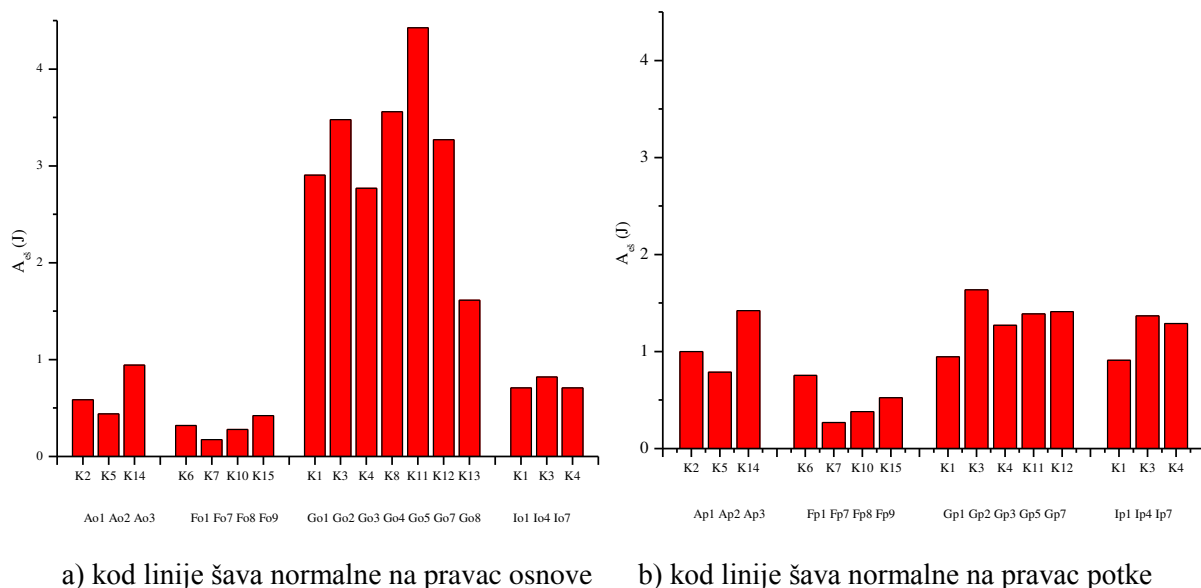


a) kod linije šava normalne na pravac osnove

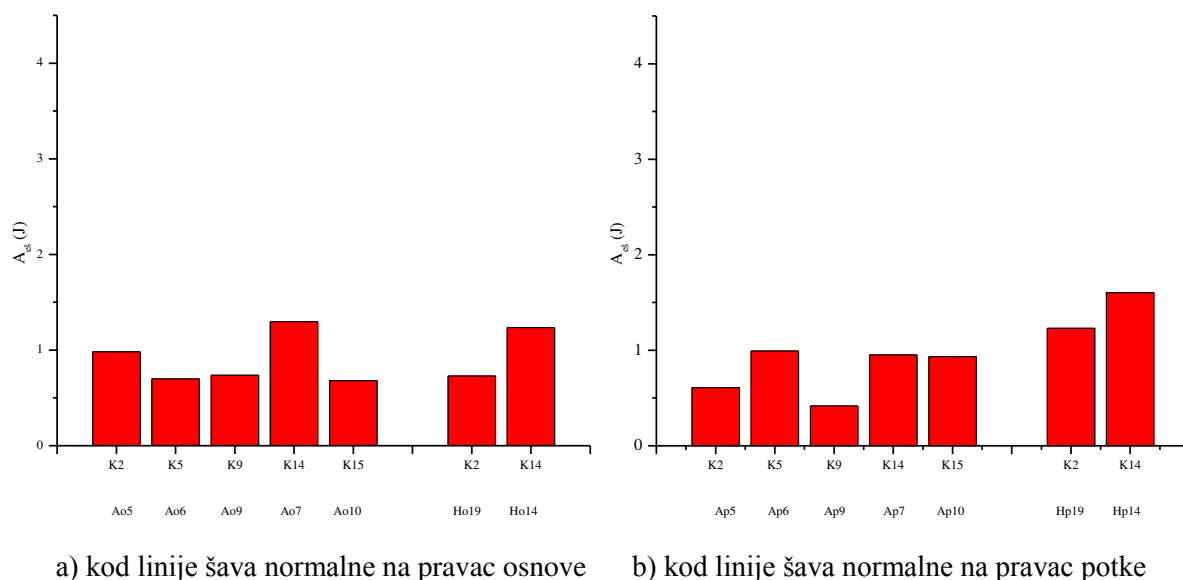


b) kod linije šava normalne na pravac potke

Slika 61. Promena sile na granici elastičnosti šava po bodu u zavisnosti od vrste tkanina za šav 1.01.01/401



Slika 62. Promena rada sile do granice elastičnosti šava u zavisnosti od vrste tkanina za šav 1.01.01/301



Slika 63. Promena rada sile do granice elastičnosti šava u zavisnosti od vrste tkanina za šav 1.01.01/401

Na osnovu histograma i rezultata u tabelama (u prilogu) uočava se da su vrednosti prekidnih sila i sila na granici elastičnosti šavova veće kod linije šava normalne na pravac osnove u odnosu na pravac potke. To je razlog što su prekidne sile tkanina u većini slučajeva veće u pravcu osnove u odnosu na pravac potke. Obrnuti slučaj je kod rada sile do granice elastičnosti jer u ovom slučaju dolaze do izražaja elastičnija svojstva tkanina (veće vrednosti izduženja) u pravcu potke osim kod tkanine G (kod ove tkanine je izduženje u pravcu osnove veće u odnosu na pravac potke).

Kod svih šavova gde je korišćen šav 1.01.01/301 redosled vrednosti veličina kod primene tkanine je redom G, I, A i F a gde je korišćen šav 1.01.01/401 redosled je H pa A. Ako se posmatraju samo mehaničke karakteristike tkanina redosled je sasvim drugačiji. Međutim, pošto se radi o nižim vrednostima karakteristika šavova u odnosu na tkaninu, do velikog uticaja na njih imaju mehaničke karakteristike materijala što odgovara pomenutom redosledu kod tkanina.

Iz navedenog se može zaključiti da veoma važnu ulogu na mehaničke karakteristike šavova imaju mehaničke karakteristike tkanina.

### **3.4.3. Uticaj drugih faktora na karakteristike šavova**

Potrebno je napomenuti da se veće prekidne sile šavova ispoljavaju kod primene tzv. sigurnosnih bodova tj. 301.504 i 401.504 u odnosu na 301, 401 i 504. Naime, sigurnosni bodovi imaju veći broj vezujućih delova konaca i veći broj dodirnih površina (tačaka) između konaca i materijala u odnosu na ostale pa su prekidne sile kod takvih uzoraka šavova zato i veće (tabele u prilogu).

Šavovi sa bodom 504 imaju veće izduženje u odnosu na primenu drugih bodova zahvaljujući većem smicanju i izvlačenju žica tkanine u predelu šava zbog manje udaljenosti linije šava od ivice materijala. Tom prilikom dolazi do bržeg narušavanja šava i njegovog slabljenja usled delovanja manje sile na šav.

U tabelama 18 i 19 prikazane su vrednosti rezultata ispitivanja mehaničkih karakteristika šavova u zavisnosti od položaja i načina preklapanja tkanina kod primene bodova 301 i 401 i konca 13.

Kod primene različitih vrsta šavova (preklapanja - presavijanja materijala), prekidne sile su veće kod onih gde je veći broj presavijanja tkanina, veći broj dodirnih površina (tačaka) između konaca i tkanine i veći broj slojeva tkanina. Razlog ovome je da kod opterećenja ovakvih šavova se pojavljuje veće trenje između spajajućih elemenata (veći broj spajajućih elemenata) pa je potrebna i veća sila do prekida. Obrnuti redosled je kada je u pitanju prekidno izduženje iz istih razloga jer se kod tih šavova spajajući elementi čvršće drže pa je i manje prekidno izduženje. Odstupanja koja se javljaju nastaju usled načina i broju presavijanja materijala i njegovog položaja u šavu.



Tabela 18. Uporedni rezultati mehaničkih karakteristika šavova u zavisnosti od načina položaja i preklapanja tkanina kod primene boda 301 i konca 13

| Oznaka uzorka | Oznaka šava | Za liniju šava normalnu na pravac osnove |                      |                     | Oznaka uzorka | Za liniju šava normalnu na pravac potke |                      |                     |
|---------------|-------------|------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------|----------------------|---------------------|
|               |             | F <sub>ašb</sub> (N)                     | F <sub>ešb</sub> (N) | A <sub>eš</sub> (J) |               | F <sub>ašb</sub> (N)                    | F <sub>ešb</sub> (N) | A <sub>eš</sub> (J) |
| Bo4           | 1.01.01     | 15.453                                   | 13.092               | 1.1759              | Bp4           | 12.069                                  | 10.681               | 1.1591              |
| Lo4           | 1.01.01     | 13.672                                   | 9.31                 | 0.9368              | Lp4           | 13.581                                  | 8.343                | 0.9097              |
| Bo7           | 1.06.01     | 16.099                                   | 9.258                | 0.6626              | Bp7           | 13.021                                  | 10.893               | 1.1305              |
| Lo14          | 1.06.01     | 19.092                                   | 10.239               | 1.1065              | Lp14          | 13.456                                  | 8.331                | 0.9823              |
| Bo6           | 1.07.01     | 14.33                                    | 11.221               | 0.9194              | Bp6           | 12.739                                  | 10.777               | 1.0614              |
| Lo13          | 1.07.01     | 16.161                                   | 13.236               | 1.5118              | Lp13          | 13.384                                  | 7.993                | 0.8958              |
| Bo5           | 1.23.01     | 16.575                                   | 13.348               | 1.1917              | Bp5           | 13.143                                  | 10.293               | 1.0187              |
| Lo5           | 1.23.01     | 16.201                                   | 11.071               | 1.2285              | Lp5           | 12.853                                  | 8.936                | 1.0115              |
| Bo1           | 2.01.02     | 15.288                                   | 11.401               | 0.9784              | Bp1           | 13.906                                  | 9.304                | 0.9396              |
| Lo1           | 2.01.02     | 15.507                                   | 10.623               | 1.2585              | Lp1           | 15.237                                  | 8.681                | 1.0017              |
| Bo2           | 2.02.01     | 14.789                                   | 11.549               | 0.9863              | Bp2           | 11.106                                  | 7.137                | 0.5939              |
| Lo2           | 2.02.01     | 15.124                                   | 10.265               | 1.1635              | Lp2           | 13.82                                   | 8.516                | 0.9843              |

F<sub>ašb</sub> - prekidna sila šava po jednom bodu, F<sub>ešb</sub> - sila na granici elastičnosti šava po jednom bodu, A<sub>eš</sub> - potreban rad za savlađivanje sile do granice elastičnosti šava.

Tabela 19. Uporedni rezultati mehaničkih karakteristika šavova u zavisnosti od načina položaja i preklapanja tkanina kod primene boda 401 i konca 13

| Oznaka uzorka | Oznaka šava | Za liniju šava normalnu na pravac osnove |                      |                     | Oznaka uzorka | Za liniju šava normalnu na pravac potke |                      |                     |
|---------------|-------------|------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|-----------------------------------------|----------------------|---------------------|
|               |             | F <sub>ašb</sub> (N)                     | F <sub>ešb</sub> (N) | A <sub>eš</sub> (J) |               | F <sub>ašb</sub> (N)                    | F <sub>ešb</sub> (N) | A <sub>eš</sub> (J) |
| Bo11          | 1.01.01     | 18.547                                   | 14.85                | 1.59                | Bp11          | 14.906                                  | 11.657               | 1.1831              |
| Lo9           | 1.01.01     | 20.133                                   | 12.912               | 1.9254              | Lp9           | 13.086                                  | 7.309                | 0.9834              |
| Bo14          | 1.06.01     | 17.511                                   | 13.956               | 1.419               | Bp14          | 15.941                                  | 11.592               | 1.2732              |
| Lo16          | 1.06.01     | 18.72                                    | 13.999               | 1.8407              | Lp16          | 11.293                                  | 7.174                | 0.8785              |
| Bo13          | 1.07.01     | 18.969                                   | 12.715               | 1.2957              | Bp13          | 19.047                                  | 8.921                | 0.8923              |
| Lo15          | 1.07.01     | 18.224                                   | 9.663                | 1.1889              | Lp15          | 11.697                                  | 6.35                 | 0.7869              |
| Bo12          | 1.23.01     | 19.994                                   | 17.773               | 2.2128              | Bp12          | 17.29                                   | 12.705               | 1.2473              |
| Lo10          | 1.23.01     | 20.58                                    | 16.9                 | 2.6465              | Lp10          | 15.485                                  | 10.487               | 1.6001              |
| Bo8           | 2.01.02     | 19.914                                   | 17.107               | 2.0412              | Bp8           | 14.929                                  | 9.299                | 0.8429              |
| Lo6           | 2.01.02     | 17.967                                   | 14.937               | 2.0554              | Lp6           | 12.904                                  | 8.214                | 0.7631              |
| Bo9           | 2.02.01     | 18.839                                   | 13.936               | 1.3792              | Bp9           | 16.659                                  | 10.64                | 1.1162              |
| Lo7           | 2.02.01     | 17.956                                   | 12.277               | 1.5591              | Lp7           | 16.876                                  | 10.6                 | 1.6277              |

F<sub>ašb</sub> - prekidna sila šava po jednom bodu, F<sub>ešb</sub> - sila na granici elastičnosti šava po jednom bodu, A<sub>eš</sub> - potreban rad za savlađivanje sile na granici elastičnosti šava.

Isto takav zaključak je i kada se analiziraju sile na granici i rad sile do granice elastičnosti šavova. Tako na primer šav oznake 1.23.01 ima bolje karakteristike u odnosu na šav 1.01.01 jer ima još jedan materijal u svom sastavu. Takođe se može primetiti da (generalno posmatrajući) šavovi oznake 2.01.02 i 2.02.01 imaju nešto slabije mehaničke karakteristike u odnosu na šav 1.01.01. Naime, pri naprezanju šava 1.01.01 pravac sila opterećenja, u odnosu na materijal, se menja dok kod 2.01.02 ostaje isti a samo u jednom delu je isti kod 2.02.01. Time dolazi do bržeg narušavanja i slabljenja takvih šavova. Potrebno je

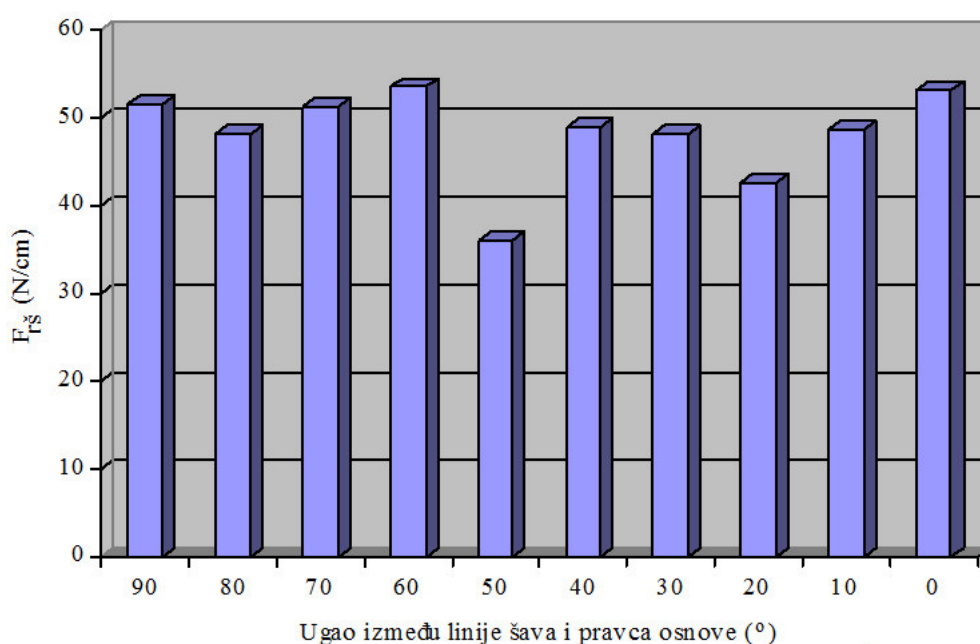
napomenuti da postoje određena odstupanja kada se radi o liniji šava normalnoj na pravac potke i to zahvaljujući karakteristikama tkanine u pravcu potke (misli se na strukturu i geometriju tkanine).

#### 3.4.4. Promena ugla između pravca osnovnih žica tkanine i linije šivenja kao faktor uticaja na karakteristike šava

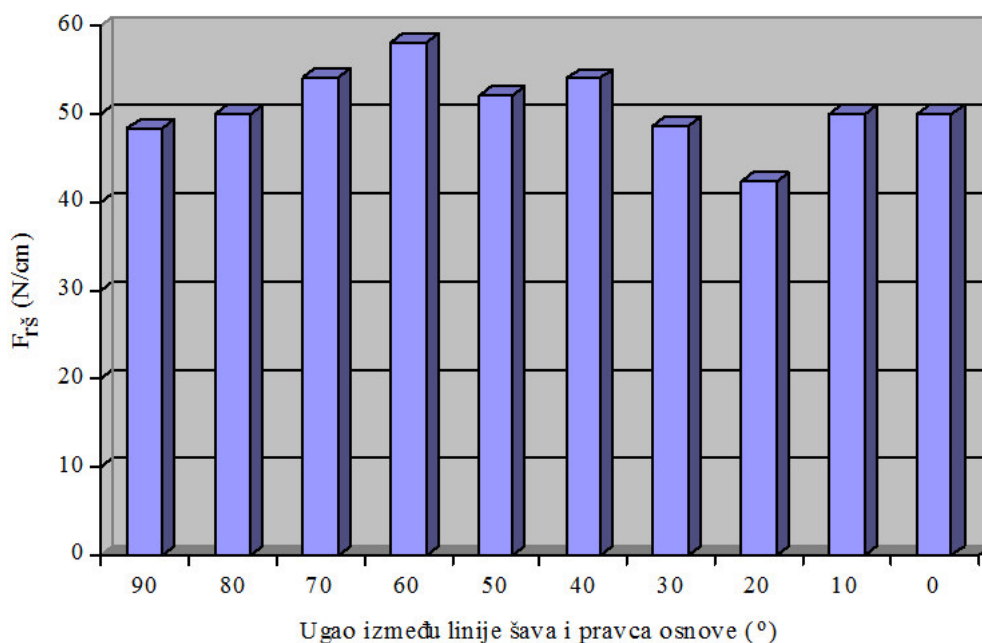
Dosadašnja ispitivanja karakteristika šavova uglavnom su se odnosila na linije šavova (šivenja) normalne na pravac osnove i potke. Međutim, u praksi se često sreću i slučajevi takvog preklapanja tkanina kod kojih linija šava pri šivenju nije normalna na pravac osnovnih odnosno potničkih žica. Pri tome se obrazuju određeni uglovi između osnovnih žica slojeva tkanine i linije šavova. U takvim slučajevima karakteristike šavova se razlikuju od do sada ispitanih. Za ovo ispitivanje pripremljeni su uzorci šavova na tkanini B koji su sašiveni pomoću konca 13 (slika 34c).

Analizirajući dobijene rezultate predstavljene histogramima na slikama i u tabelama u prilogu, može se primetiti (kao u pretpostavci) da se karakteristike ovakvih šavova razlikuju od klasično formiranih.

Na slikama 64 i 65 prikazani su rezultati merenja relativne prekidne sile šava ( $F_{rs}$ ) u zavisnosti od ugla između linije šava i pravca osnovnih žica tkanine za vrste šavova 1.01.01 i 2.02.01.



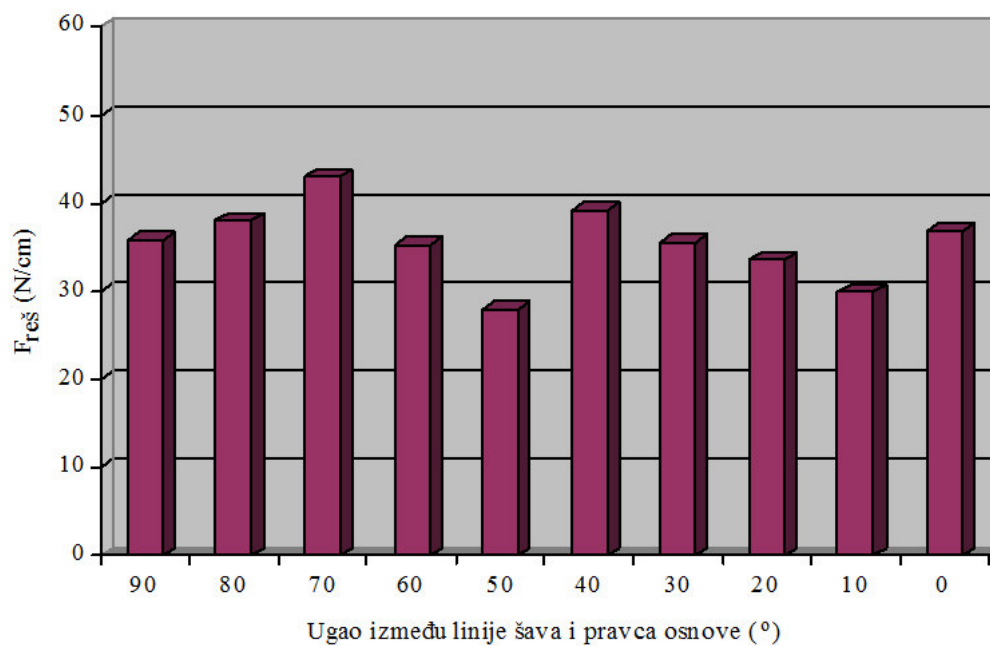
Slika 64. Histogram promene relativne prekidne sile šava od ugla između linije šava i pravca osnove za šav 1.01.01/301



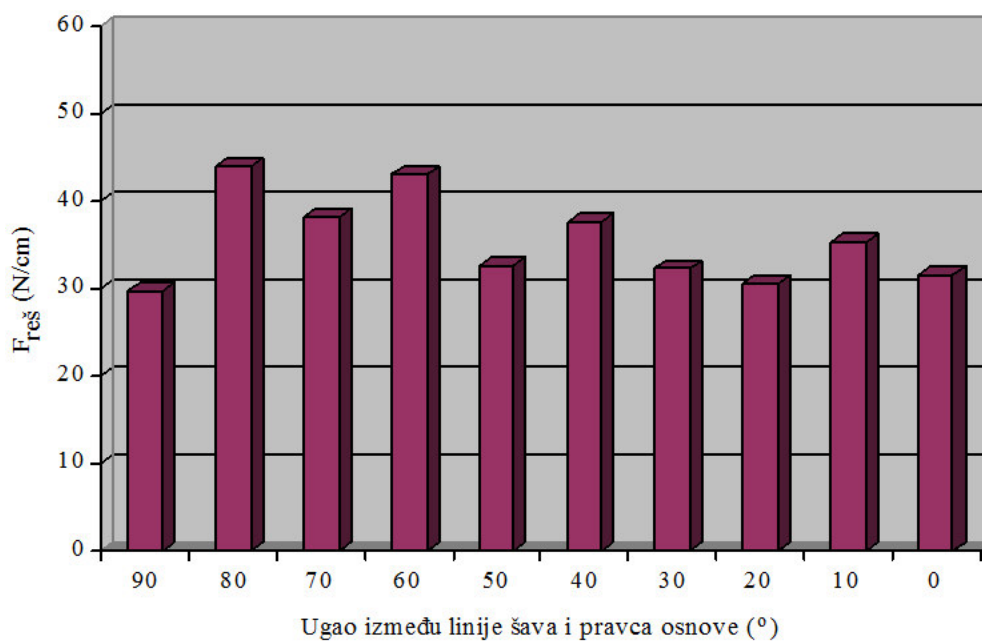
Slika 65. Histogram promene relativne prekidne sile šava od ugla između linije šava i pravca osnove za šav 2.02.01/301

Kada se radi o relativnoj prekidnoj sili šavova ne može se baš precizno dati odgovor na njenu promenu u zavisnosti od promene ugla između linije šava i pravca osnovinih žica u tkaninu. Međutim, okvirno se može uočiti da kada je ovaj ugao veći, vrednosti relativne prekidne sile su veće nego kada je ugao manji zahvaljujući ispoljavanju karakteristika tkanina u pravcu osnove. To se vidi kod oba primenjena šava (1.01.01 i 2.02.01). Do nejednakih rezultata dolazi uglavnom zbog nesimetričnog položaja žica tkanine u odnosu na liniju šava.

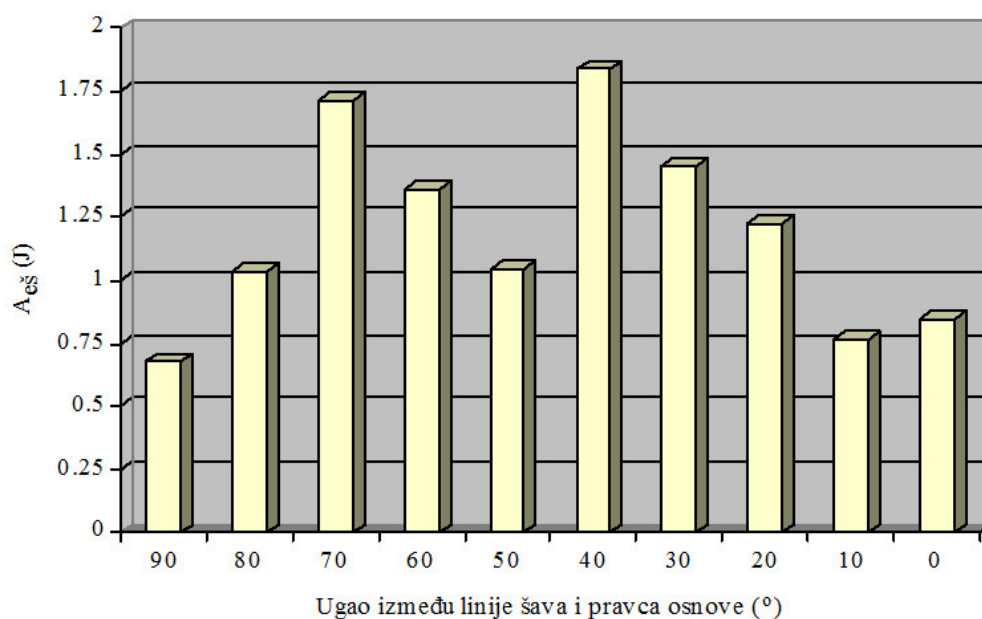
Na slikama 66 i 67 prikazane su promene relativne sile na granici elastičnosti šava ( $F_{res}$ ) a na slikama 68 i 69 promene potrebnog rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{es}$ ) u zavisnosti od ugla između linije šava i pravca osnovinih žica tkanine za vrste šavova 1.01.01 i 2.02.01.



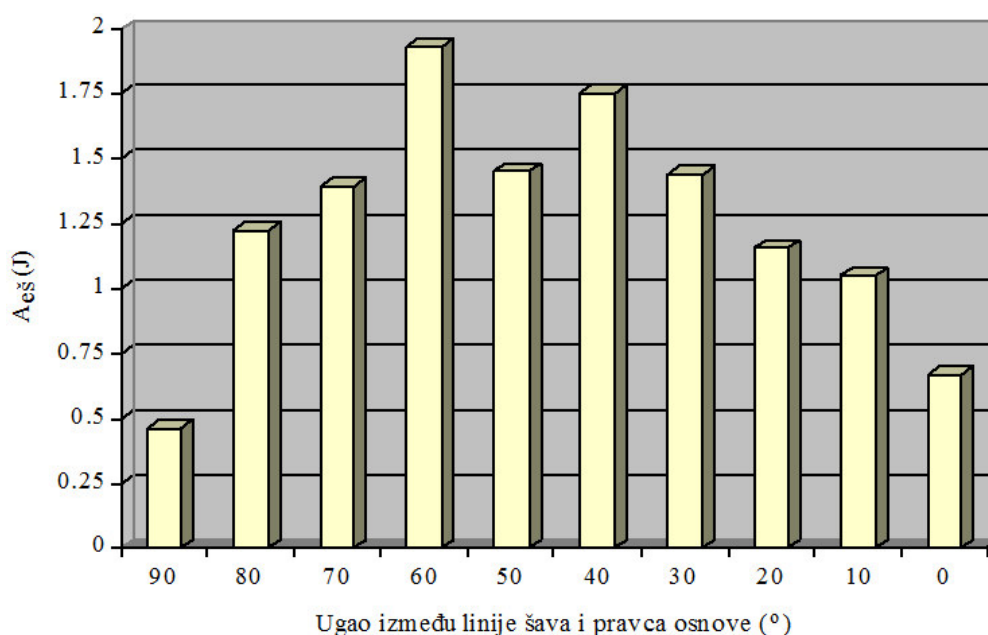
Slika 66. Promena relativne sile na granici elastičnosti šava od ugla između linije šava i pravca osnove za šav 1.01.01/301



Slika 67. Promena relativne sile na granici elastičnosti šava od ugla između linije šava i pravca osnove za šav 2.02.01/301



Slika 68. Promena potrebnog rada sile do granice elastičnosti šava od ugla između linije šava i pravca osnove za šav 1.01.01/301



Slika 69. Promena potrebnog rada sile do granice elastičnosti šava od ugla između linije šava i pravca osnove za šav 2.02.01/301

Što se tiče sile na granici elastičnosti šava može se veoma slično uočiti tj. da njene vrednosti imaju istu tendenciju promene kao i relativna prekidna sila iz istih razloga kao što je prethodno navedeno.

Kada je u pitanju rad sile do granice elastičnosti, veliki uticaj na njegovu vrednost imaju elastične karakteristike (izduženja) uzoraka šavova (tabele u prilogu i neka ranija istraživanja) jer su kod njih veće promene položaja žica u tkanini u odnosu na šav. Zbog toga

nastaju veća skupljanja delova uzoraka po širini a takođe se izdužuju u većoj meri u odnosu na klasične uzorke. Zato je i potreban veći rad sile do postizanja sile na granici elastičnosti šava.

Kod izrade odevnih predmeta, na kojima su ovakvi šavovi često opterećeni naprezanjima, treba posvetiti posebnu pažnju (npr. radna i sportska odeća).

### **3.4.5. Predviđanje relativne prekidne sile šava**

Jedan od osnovnih pokazatelja kvaliteta šivenih proizvoda je prekidna sila šava koja zavisi od različitih tehničko - tehnoloških parametara i to: vrste tkanine, vrste i podužne mase šivaćeg konca, numere šivaće igle, tipa šivaćeg boda, gustine uboda, vrste šivenog šava i dr. Prekidna sila šava se najčešće utvrđuje eksperimentalno određivanjem sile koju on može da izdrži. Utvrđivanje prekidne sile i prekidnog izduženja zasniva se na merenjima sile i izduženja pri njegovom konstantnom jednosmernom opterećenju. Metode za ispitivanje prekidne sile šavova baziraju se na veličinu smicanja niti tkanine ili kidanja konca u području šava [11,111].

S obzirom da imaju veliki uticaj na karakteristike šavova, šivaći konac i gustina boda su veoma značajni parametri šivenja. Od mehaničkih karakteristika konca i veličine gustine boda u mnogome će zavisiti mehaničke karakteristike šivenih šavova. U zavisnosti od buduće namene odevnih predmeta, za proces šivenja veoma je važno predvideti prekidnu silu šava.

Iz tih razloga je uveden parametar pod nazivom faktor prekidne sile šava koji se izračunava primenom sledeće jednačine:

$$f_{r\dot{s}p} = F_{ak} \cdot G_b \text{ (N}\cdot\text{cm}^{-1}\text{)} \quad (111)$$

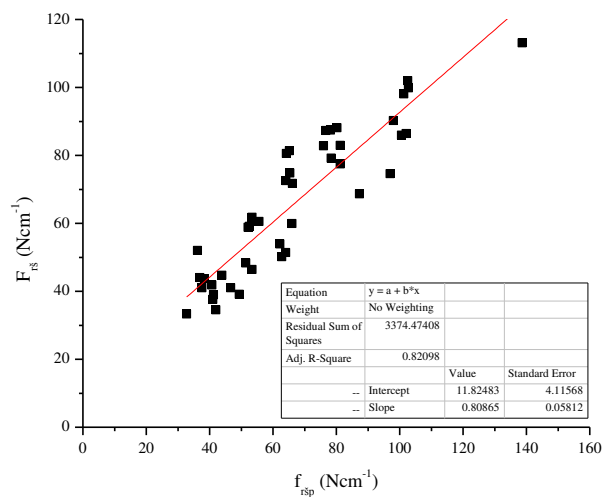
gde je:  $f_{r\dot{s}p}$  - faktor prekidne sile šava ( $\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}$ ),

$F_{ak}$  - prekidna sila konca (N),

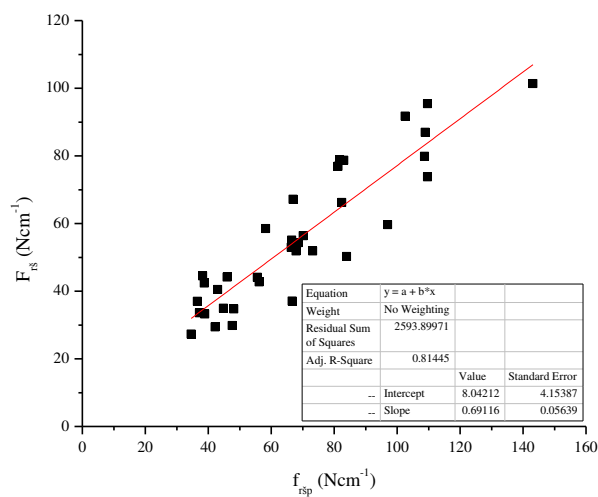
$G_b$  - gustina boda ( $\text{cm}^{-1}$ ).

Kako bi se dobijene vrednosti za relativne prekidne sile šavova uporedile sa predviđenim (projektovanim), za ovo ispitivanje izvršen je veliki broj merenja prekidnih sila šavova.

Prema dobijenim rezultatima u tabelama u prilogu, na slikama od 70 do 75 prikazane su zavisnosti relativne prekidne sile šava ( $F_{r\dot{s}}$ ) od faktora prekidne sile šava ( $f_{r\dot{s}p}$ ) za samo neke tipove bodova i šavova sa odgovarajućim regresionim jednačinama zavisnosti.

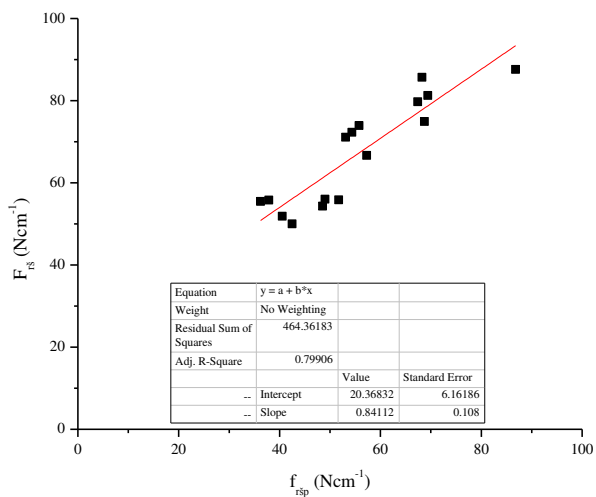


a)

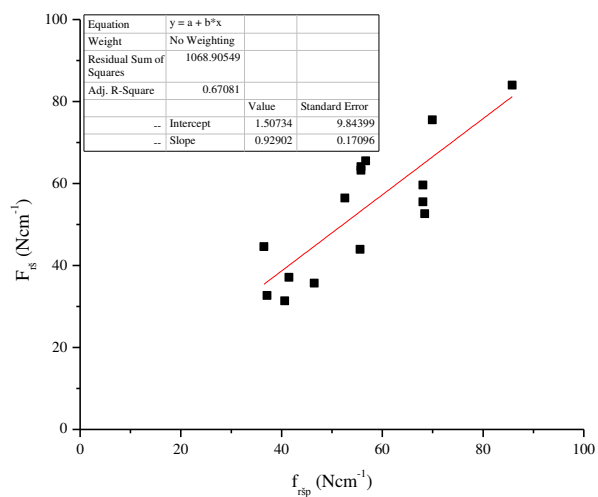


b)

Slika 70. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 1.01.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

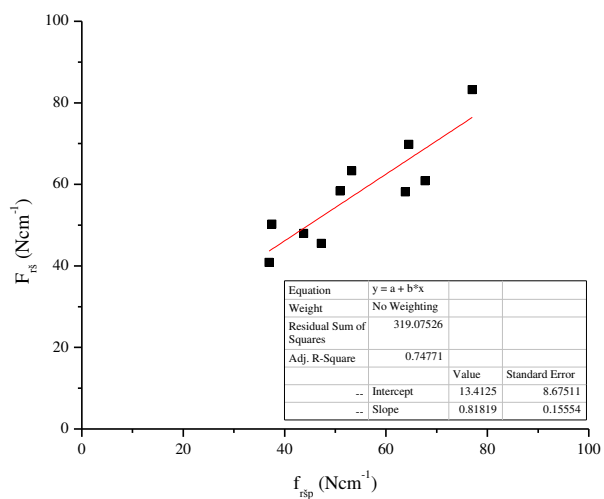


a)

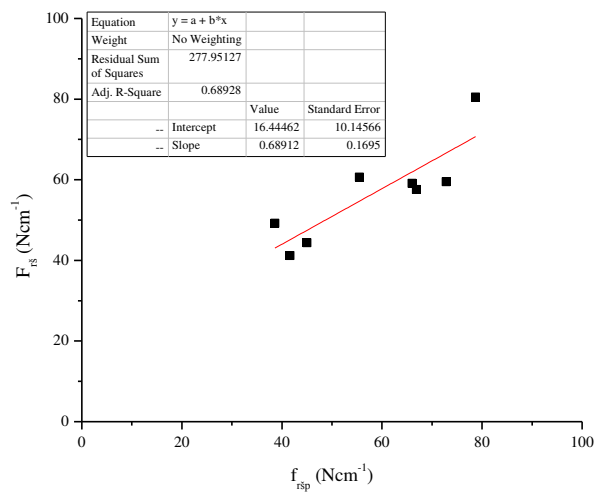


b)

Slika 71. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 1.01.01/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

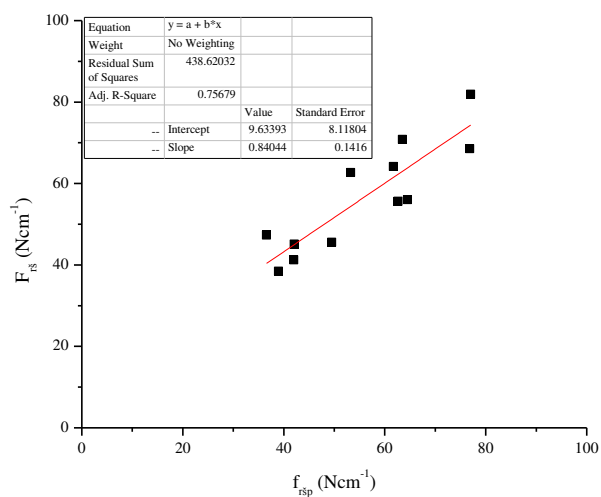


a)

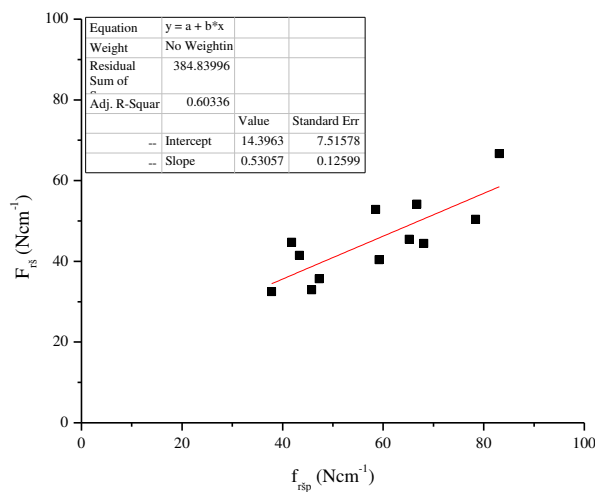


b)

Slika 72. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 2.01.02/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



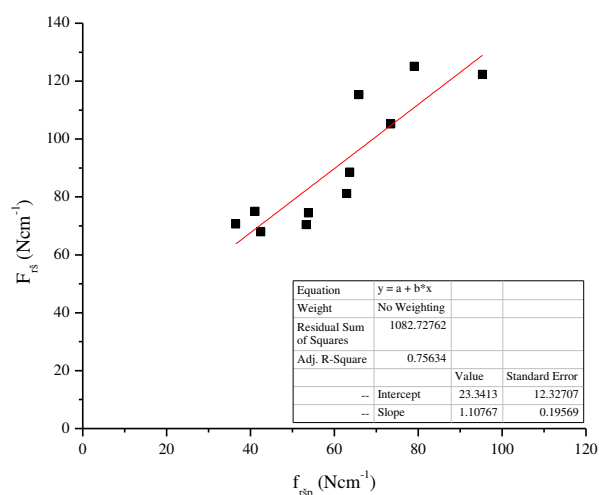
a)



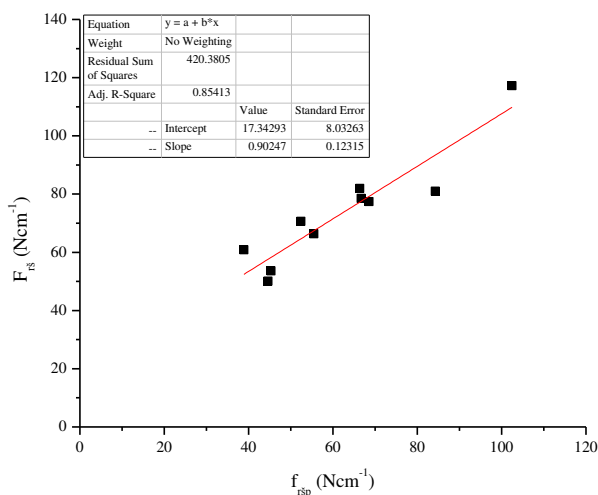
b)

Slika 73. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 2.02.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



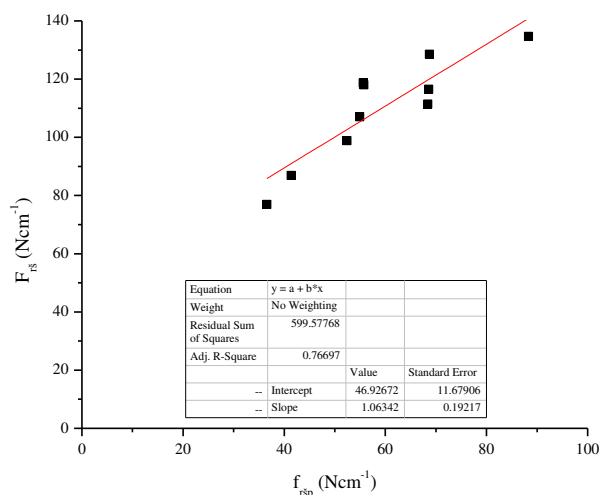


a)

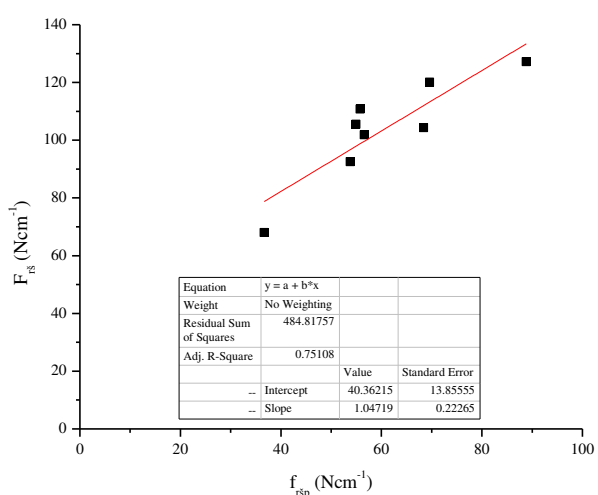


b)

Slika 74. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 2.02.03/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



a)



b)

Slika 75. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 2.02.03/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

Korišćenjem jednačine za izračunavanje faktora prekidne sile šava ( $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$ ) i uvođenjem odgovarajućeg koeficijenta korekcije ( $k_s$ ), a takođe i prema ranijim istraživanjima [11,111-113,116], može se primeniti jednačina za predviđanje relativne prekidne sile šava koja ima sledeći oblik:

$$F_{rsp} = k_s \cdot f_{rsp} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (112)$$

odnosno

$$F_{rsp} = k_s \cdot F_{ak} \cdot G_b \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (113)$$

gde je:  $F_{r\bar{s}p}$  - predviđena odnosno projektovana relativna prekidna sila šava ( $N \cdot cm^{-1}$ ),

$$k_s = \frac{F_{r\bar{s}}}{f_{r\bar{s}p}} - \text{koeficijent korekcije koji predstavlja odnos relativne prekidne sile šava i}$$

faktora prekidne sile šava.

Srednje vrednosti ovog koeficijenta korekcije (prema graphicima i tabelama u prilogu) za sve ispitivane šavove date su u tabeli 20. Opravdanost njegovog uvođenja su eksperimenti potvrdili na osnovu statističke obrade podataka.

Tabela 20. Srednje vrednosti koeficijenta korekcije  $k_s$  sa statističkom obradom

| Vrsta šava/boda                 | Koeficijent korekcije $\bar{k}_s$ | SD      | CV (%) | $P_{gg}$  | $\bar{k}_s - P_{gg}$ | $\bar{k}_s + P_{gg}$ |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------|--------|-----------|----------------------|----------------------|
| 1.01.01/301 š <sub>Lo</sub>     | 1.00414                           | 0.1508  | 15.02  | 0.0450737 | 0.9590663            | 1.0492137            |
| 1.01.01/301 š <sub>Lp</sub>     | 0.82592                           | 0.14233 | 17.23  | 0.047154  | 0.778766             | 0.873074             |
| 1.01.01/401.504 š <sub>Lo</sub> | 1.20033                           | 0.07536 | 6.28   | 0.0603006 | 1.1400294            | 1.2606306            |
| 1.01.01/401.504 š <sub>Lp</sub> | 1.05137                           | 0.03041 | 2.89   | 0.0243331 | 1.0270369            | 1.0757031            |
| 1.01.01/401 š <sub>Lo</sub>     | 1.2292                            | 0.14319 | 11.65  | 0.0701631 | 1.1590369            | 1.2993631            |
| 1.01.01/401 š <sub>Lp</sub>     | 0.9573                            | 0.16399 | 17.13  | 0.0829904 | 0.8743096            | 1.0402904            |
| 1.06.01/301 š <sub>Lo</sub>     | 1.01417                           | 0.068   | 6.7    | 0.0503751 | 0.9637949            | 1.0645451            |
| 1.06.01/301 š <sub>Lp</sub>     | 0.86487                           | 0.11548 | 13.35  | 0.0855488 | 0.7793212            | 0.9504188            |
| 1.23.01/301 š <sub>Lo</sub>     | 1.09652                           | 0.13766 | 12.55  | 0.0899379 | 1.0065821            | 1.1864579            |
| 1.23.01/301 š <sub>Lp</sub>     | 0.86184                           | 0.15398 | 17.87  | 0.1349694 | 0.7268706            | 0.9968094            |
| 1.23.01/401 š <sub>Lo</sub>     | 1.3061                            | 0.09189 | 7.04   | 0.0735273 | 1.2325727            | 1.3796273            |
| 1.23.01/401 š <sub>Lp</sub>     | 1.04348                           | 0.08684 | 8.32   | 0.0761186 | 0.9673614            | 1.1195986            |
| 2.01.02/301 š <sub>Lo</sub>     | 1.08096                           | 0.13302 | 12.31  | 0.1009095 | 0.9985133            | 1.1634067            |
| 2.01.02/301 š <sub>Lp</sub>     | 0.99245                           | 0.14562 | 14.76  | 0.1009095 | 0.8915405            | 1.0933595            |
| 2.01.02/401 š <sub>Lo</sub>     | 1.25048                           | 0.18219 | 14.57  | 0.1596966 | 1.0907834            | 1.4101766            |
| 2.01.02/401 š <sub>Lp</sub>     | 0.89545                           | 0.10271 | 11.47  | 0.1006558 | 0.7947942            | 0.9961058            |
| 2.02.01/301 š <sub>Lo</sub>     | 1.02498                           | 0.12841 | 12.53  | 0.0726548 | 0.9523252            | 1.0976348            |
| 2.02.01/301 š <sub>Lp</sub>     | 0.76845                           | 0.12935 | 16.83  | 0.0731867 | 0.6952633            | 0.8416367            |
| 2.02.01/401 š <sub>Lo</sub>     | 1.23243                           | 0.16575 | 13.45  | 0.1227893 | 1.1096407            | 1.3552193            |
| 2.02.01/401 š <sub>Lp</sub>     | 1.11875                           | 0.11719 | 10.48  | 0.0937715 | 1.0249785            | 1.2125215            |
| 2.02.03/301 š <sub>Lo</sub>     | 1.52665                           | 0.22805 | 14.94  | 0.1347689 | 1.3918811            | 1.6614189            |
| 2.02.03/301 š <sub>Lp</sub>     | 1.20587                           | 0.15897 | 13.18  | 0.0985306 | 1.1073394            | 1.3044006            |
| 2.02.03/401 š <sub>Lo</sub>     | 1.90073                           | 0.22116 | 11.64  | 0.1370764 | 1.7636536            | 2.0378064            |
| 2.02.03/401 š <sub>Lp</sub>     | 1.74574                           | 0.1898  | 10.87  | 0.1315247 | 1.6142153            | 1.8772647            |

š<sub>Lo</sub> - linija šava normalna na pravac osnovinih žica u tkanini, š<sub>Lp</sub> - linija šava normalna na pravac potkinih žica u tkanini, SD - standardna devijacija, CV - koeficijent varijacije,  $P_{gg}$  - odstupanje od srednje vrednosti.

Iz tabele se može videti da je koeficijent korekcije različit od jedinice ( $k_s \neq 1$ ) što govori o neophodnosti njegovog uvođenja u jednačinu za predviđanje relativne prekidne sile

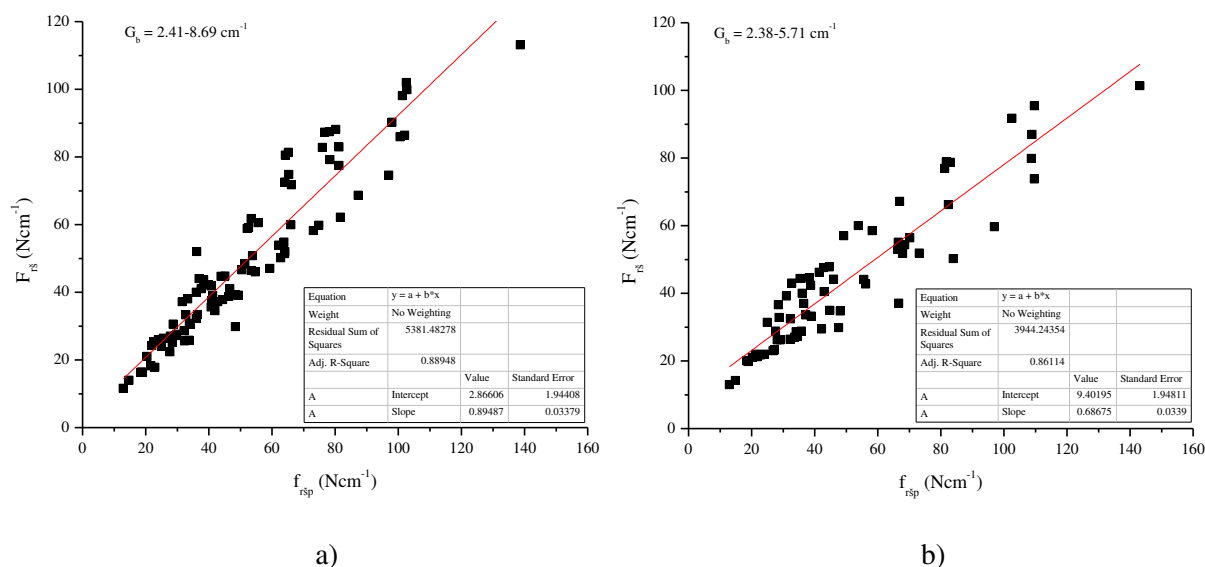
šava. Naravno, za svaku vrstu šava odnosno boda, i za liniju šava naormalnu na pravac osnove tj. potke, koeficijent korekcije je različit.

Kada je njegova vrednost ispod jedinice ( $k_s < 1$ ), to znači da je stvarna (eksperimentalno dobijena) relativna prekidna sila manja od faktora relativne prekidne sile odnosno od projektovane relativne prekidne sile šava. Obrnuto važi kada je  $k_s > 1$ .

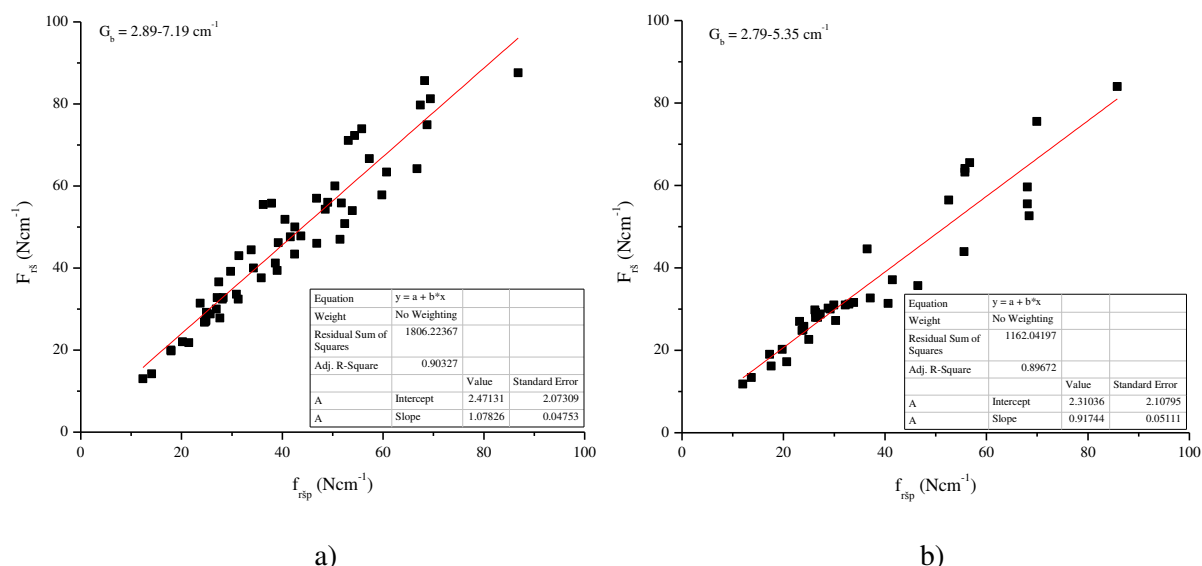
Kod šava 1.01.01/301, gde je linija šava normalna na pravac osnove, vrednost koeficijenta korekcije približno je jednak jedinici ( $k_s \cong 1$ ), što je potvrđeno i literaturnim podacima. To znači da projektovana (predviđena) relativna prekidna sila odgovara dobijenoj. U ostalim slučajevima su različite vrednosti i potrebno ih je uzeti sa rezervom i korigovati ih u razmatranju prilikom predviđanja prekidnih karakteristika šavova. Zato je, iz ovih razloga, vršeno ovo istraživanje.

Određivanjem koeficijenta korekcije za različite vrste šavova skraćuje se postupak u predviđanju prekidnih karakteristika šavova u zavisnosti od buduće namene odevnog proizvoda.

Kada se rezultatima za relativnu prekidnu silu šava (za šavove koji se najviše primenjuju u praksi 1.01.01/301 i 1.01.01/401) dodaju rezultati iz ranijih istraživanja (tabela 11 u prilogu) [11,111], to su na slikama 76 i 77 predstavljeni zbirni grafici koji pokazuju kako se menja relativna prekidna sila šava od promene faktora jačine šava.



Slika 76. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 1.01.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 77. Zavisnost relativne prekidne sile šava od faktora prekidne sile šava za šav 1.01.01/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

Rezultati u tabelama u prilogu i na graficima se odnose za prikazane gustine boda, pa tako promena prekidne sile u zavisnosti od gustine boda se može predstaviti regresionim jednačinama koje se više ili manje približavaju funkcionalnoj zavisnosti (koeficijent determinacije R-Square tj.  $r^2$ ). Iznad navedenih granica gustine boda dolazi do narušavanja pomenute zavisnosti zbog sve češćeg oštećenja tkanine koja se šije od strane igle.

Takođe, statističkom obradom rezultata je potvrđena opravdanost uvođenja koeficijenta korekcije sa većom tačnošću srednje vrednosti (tabela 21).

Tabela 21. Vrednosti koeficijenta korekcije  $k_s$  sa statističkom obradom za šavove 1.01.01/301 i 1.01.01/401

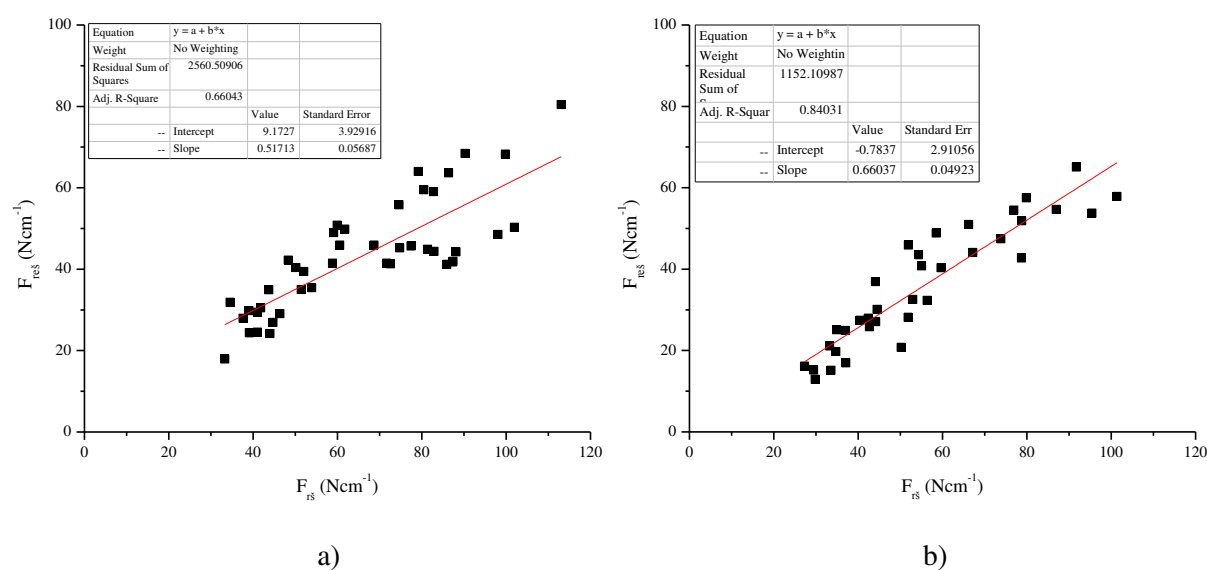
| Vrsta šava/boda             | Koeficijent korekcije $\bar{k}_s$ | SD      | CV (%) | $P_{gg}$ | $\bar{k}_s - P_{gg}$ | $\bar{k}_s + P_{gg}$ |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------|--------|----------|----------------------|----------------------|
| 1.01.01/301 š <sub>lo</sub> | 0.957                             | 0.11819 | 12.35  | 0.03081  | 0.92619              | 0.98781              |
| 1.01.01/301 š <sub>lp</sub> | 0.92405                           | 0.13972 | 15.12  | 0.04916  | 0.87491              | 0.97323              |
| 1.01.01/401 š <sub>lo</sub> | 1.14345                           | 0.12086 | 10.57  | 0.05054  | 1.09291              | 1.19399              |
| 1.01.01/401 š <sub>lp</sub> | 0.99229                           | 0.12268 | 12.36  | 0.05948  | 0.93281              | 1.05177              |

š<sub>lo</sub> - linija šava normalna na pravac osnovinih žica u tkanini, š<sub>lp</sub> - linija šava normalna na pravac potkinih žica u tkanini, SD - standardna devijacija, CV - koeficijent varijacije,  $P_{gg}$  - odstupanje od srednje vrednosti.

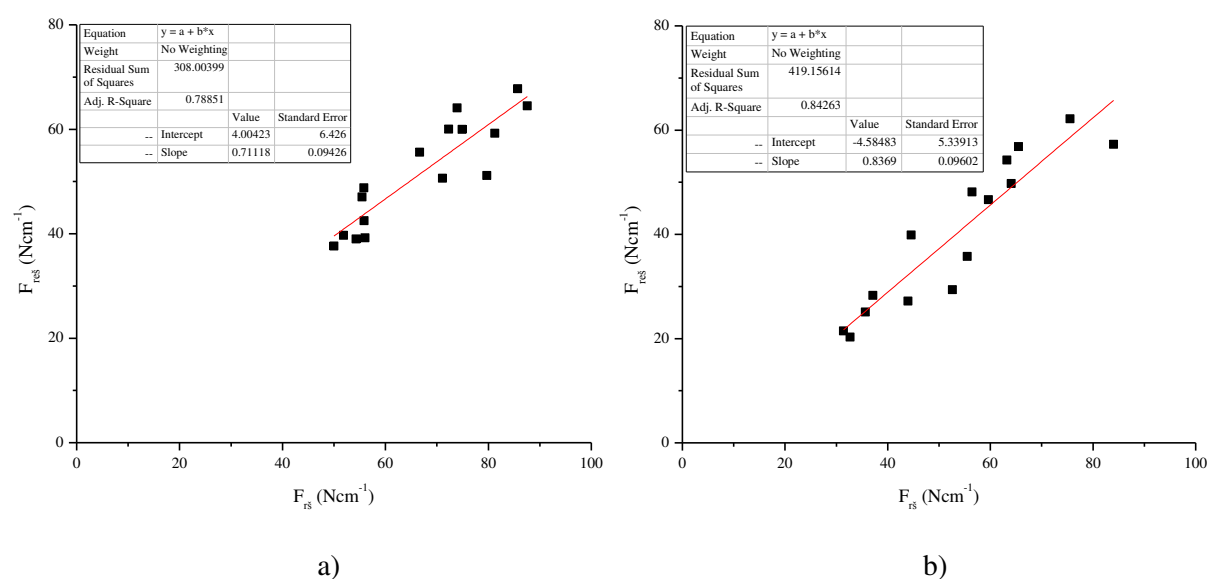
### 3.4.6. Predviđanje relativne sile na granici elastičnosti šava

Kod predviđanja relativne sile na granici elastičnosti šava polazna osnova je prekidna sila šava tj. relativna prekidna sila. Na osnovu rezultata iz tabela i prema metodama određivanja sile na granici elastičnosti, na slikama 78 do 83 je prikazana povezanost relativne

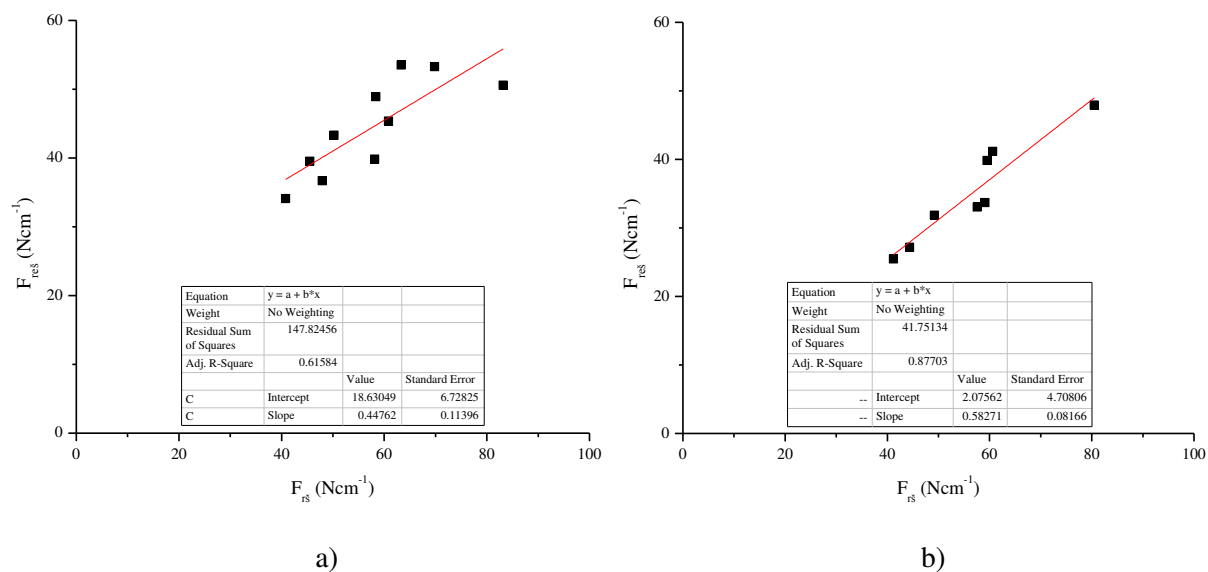
sile na granici elastičnosti šava ( $F_{reš}$ ) sa relativnom prekidnom silom ( $F_{rš}$ ) za neke tipove bodova i šavova (tabela 22) sa odgovarajućim regresionim jednačinama zavisnosti.



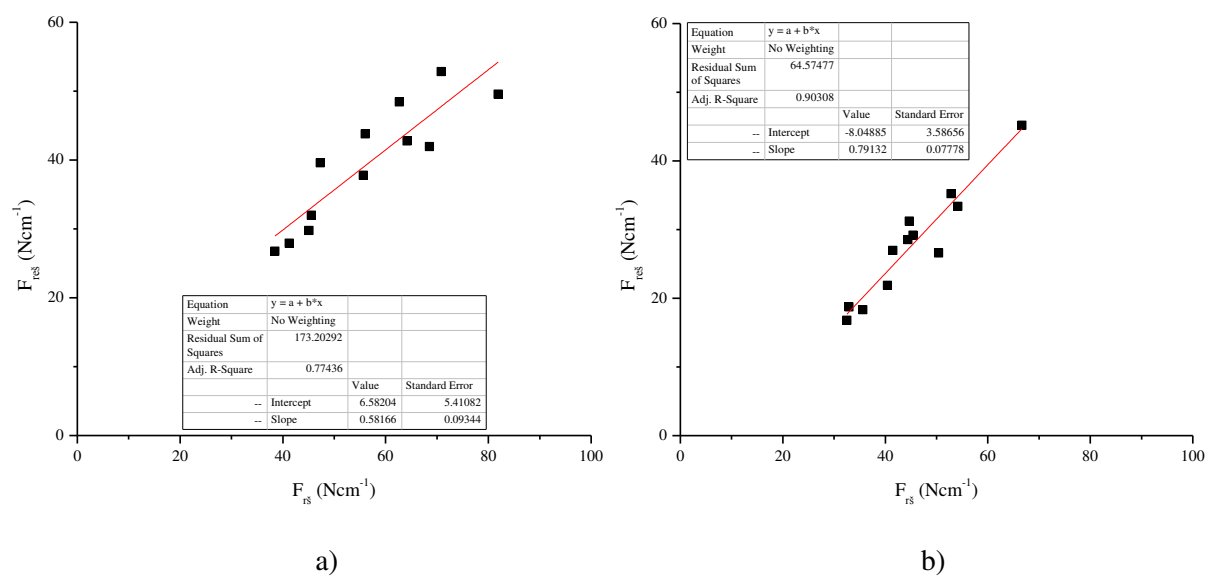
Slika 78. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od relativne prekidne sile šava za šav 1.01.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



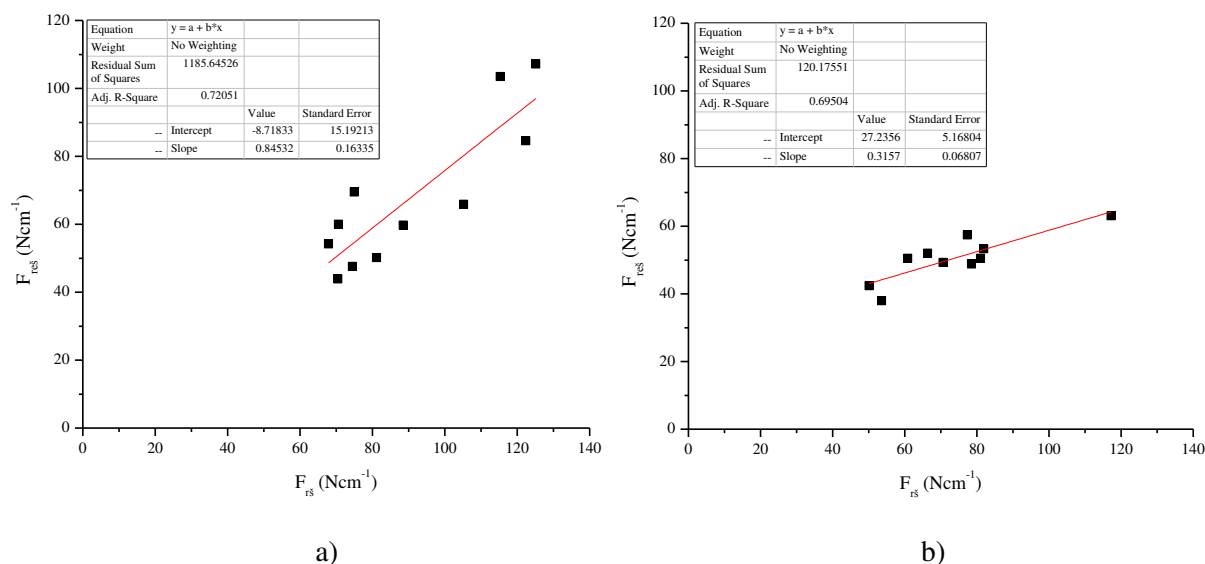
Slika 79. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od relativne prekidne sile šava za šav 1.01.01/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



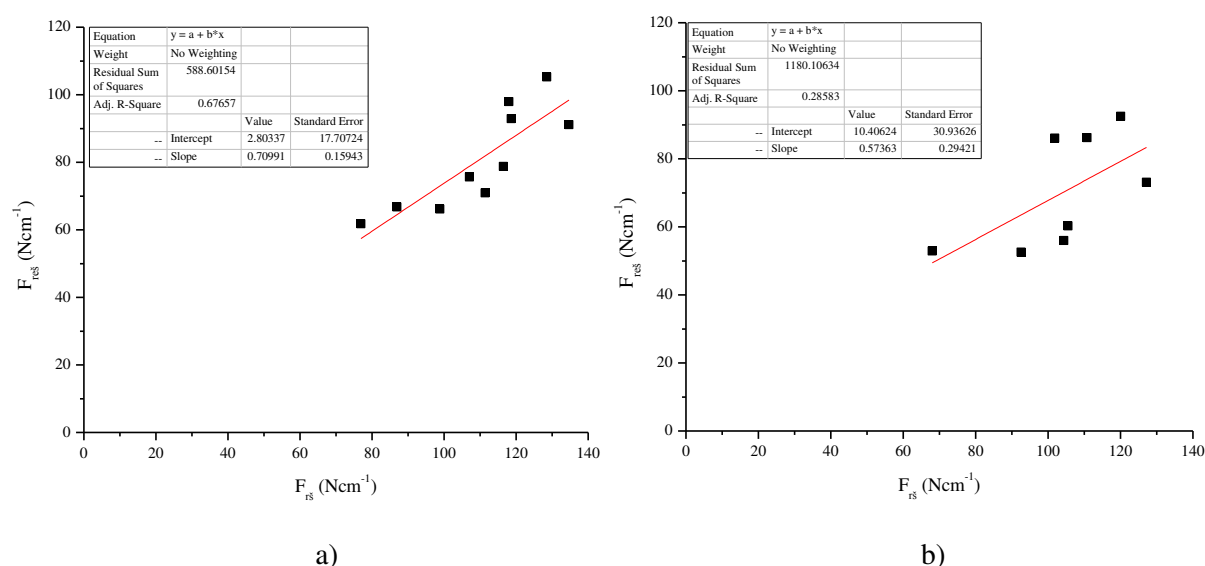
Slika 80. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od relativne prekidne sile šava za šav 2.01.02/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 81. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od relativne prekidne sile šava za šav 2.02.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 82. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od relativne prekidne sile šava za šav 2.02.03/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 83. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od relativne prekidne sile šava za šav 2.02.03/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

Isto i ovde prema graficima, korišćenjem jednačine za predviđanje relativne prekidne sile šava tj. projektovane ( $F_{r\dot{s}p} = k_{\dot{s}} \cdot f_{r\dot{s}p}$  odnosno  $F_{r\dot{s}p} = k_{\dot{s}} \cdot F_{ak} \cdot G_b$ ) i uvođenjem sada novog koeficijenta korekcije ( $k_1$ ), može se primeniti jednačina za predviđanje relativne sile na granici elastičnosti šava koja ima oblik:

$$F_{re\dot{s}p} = k_1 \cdot F_{r\dot{s}p} \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (114)$$

odnosno

$$F_{re\dot{s}p} = k_1 \cdot k_{\dot{s}} \cdot F_{ak} \cdot G_b \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (115)$$

gde je:  $F_{rešp}$  - predviđena tj. projektovana relativna sila na granici elastičnosti šava ( $N \cdot cm^{-1}$ ),

$$k_1 = \frac{F_{reš}}{F_{rš}} - \text{koeficijent korekcije koji predstavlja odnos relativne sile na granici}$$

elastičnosti šava i relativne prekidne sile šava.

Srednje vrednosti ovog koeficijenta korekcije relativne sile na granici elastičnosti šava (prema graficima i tabelama 6 do 10 u prilogu), kao i opravdanost njegovog uvođenja kojeg su eksperimenti potvrdili na osnovu statističke obrade podataka, date su u tabeli 22.

Tabela 22. Srednje vrednosti koeficijenta korekcije  $k_1$  sa statističkom obradom podataka

| Vrsta šava/boda                 | Koeficijent korekcije $\bar{k}_1$ | SD      | CV (%) | $P_{gg}$  | $\bar{k}_1 - P_{gg}$ | $\bar{k}_1 + P_{gg}$ |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------|--------|-----------|----------------------|----------------------|
| 1.01.01/301 š <sub>⊥o</sub>     | 0.66998                           | 0.12093 | 18.05  | 0.0361456 | 0.6338344            | 0.7061256            |
| 1.01.01/301 š <sub>⊥p</sub>     | 0.63886                           | 0.11386 | 17.82  | 0.0377219 | 0.6011381            | 0.6765819            |
| 1.01.01/401.504 š <sub>⊥o</sub> | 0.73175                           | 0.05413 | 7.4    | 0.043313  | 0.688437             | 0.775063             |
| 1.01.01/401.504 š <sub>⊥p</sub> | 0.53153                           | 0.04699 | 8.84   | 0.0375998 | 0.4939302            | 0.5691298            |
| 1.01.01/401 š <sub>⊥o</sub>     | 0.77255                           | 0.06646 | 8.6    | 0.0325654 | 0.7399846            | 0.8051154            |
| 1.01.01/401 š <sub>⊥p</sub>     | 0.74179                           | 0.10567 | 14.24  | 0.0534764 | 0.6883136            | 0.7952664            |
| 1.06.01/301 š <sub>⊥o</sub>     | 0.67313                           | 0.09356 | 13.9   | 0.0693102 | 0.6038198            | 0.7424402            |
| 1.06.01/301 š <sub>⊥p</sub>     | 0.71673                           | 0.13287 | 18.54  | 0.0984315 | 0.6182985            | 0.8151615            |
| 1.23.01/301 š <sub>⊥o</sub>     | 0.73214                           | 0.07999 | 10.93  | 0.0522601 | 0.6798799            | 0.7844001            |
| 1.23.01/301 š <sub>⊥p</sub>     | 0.681                             | 0.07406 | 10.88  | 0.0649165 | 0.6160835            | 0.7459165            |
| 1.23.01/401 š <sub>⊥o</sub>     | 0.80117                           | 0.09939 | 12.41  | 0.0795286 | 0.7216414            | 0.8806986            |
| 1.23.01/401 š <sub>⊥p</sub>     | 0.81782                           | 0.1157  | 14.15  | 0.1014155 | 0.7164045            | 0.9192355            |
| 2.01.02/301 š <sub>⊥o</sub>     | 0.78161                           | 0.08529 | 10.91  | 0.0286749 | 0.7287467            | 0.8344733            |
| 2.01.02/301 š <sub>⊥p</sub>     | 0.62044                           | 0.04138 | 6.67   | 0.0286749 | 0.5917651            | 0.6491149            |
| 2.01.02/401 š <sub>⊥o</sub>     | 0.77                              | 0.0888  | 11.53  | 0.0778366 | 0.6921634            | 0.8478366            |
| 2.01.02/401 š <sub>⊥p</sub>     | 0.6658                            | 0.04969 | 7.46   | 0.0486962 | 0.6171038            | 0.7144962            |
| 2.02.01/301 š <sub>⊥o</sub>     | 0.70268                           | 0.06949 | 9.89   | 0.0393177 | 0.6633623            | 0.7419977            |
| 2.02.01/301 š <sub>⊥p</sub>     | 0.58582                           | 0.08478 | 14.47  | 0.0479688 | 0.5378512            | 0.6337888            |
| 2.02.01/401 š <sub>⊥o</sub>     | 0.73464                           | 0.08124 | 11.06  | 0.0601834 | 0.6744566            | 0.7948234            |
| 2.02.01/401 š <sub>⊥p</sub>     | 0.70513                           | 0.07962 | 11.29  | 0.0637093 | 0.6414207            | 0.7688393            |
| 2.02.03/301 š <sub>⊥o</sub>     | 0.74545                           | 0.12096 | 16.23  | 0.0714828 | 0.6739672            | 0.8169328            |
| 2.02.03/301 š <sub>⊥p</sub>     | 0.70411                           | 0.09862 | 14.01  | 0.0611253 | 0.6429847            | 0.7652353            |
| 2.02.03/401 š <sub>⊥o</sub>     | 0.73674                           | 0.07128 | 9.68   | 0.0441798 | 0.6925602            | 0.7809198            |
| 2.02.03/401 š <sub>⊥p</sub>     | 0.67765                           | 0.12591 | 18.58  | 0.0872512 | 0.5903988            | 0.7649012            |

š<sub>⊥o</sub> - linija šava normalna na pravac osnovinih žica u tkanini, š<sub>⊥p</sub> - linija šava normalna na pravac potkinih žica u tkanini, SD - standardna devijacija, CV - koeficijent varijacije,  $P_{gg}$  - odstupanje od srednje vrednosti.

Iz tabele se može uočiti da je koeficijent korekcije manji od jedinice ( $k_1 < 1$ ). To je razumljivo jer u suštini on pokazuje koliko procenata od relativne prekidne sile šava iznosi



sila na granici elastičnosti. Za prikazane tipove bodova i šavova koeficijent korekcije se kreće od 0,53 (ili 53 % od relativne prekidne sile) za šav 1.01.01/401.504 š<sub>⊥</sub>p do čak približno 0,82 (ili 82 % od relativne prekidne sile) za šav 1.23.01/401 š<sub>⊥</sub>p. Iz tog razloga se može zaključiti da vrednosti sile na granici elastičnosti šavova iznose više od 50 % od relativne prekidne sile. To znači da se šavovi na odeći kod primenjenih tkanina mogu slobodno opteretiti do vrednosti koeficijenata korekcije (navedenih u tabeli) odnosno do procenta od relativne prekidne sile ili od prognozirane relativne prekidne sile.

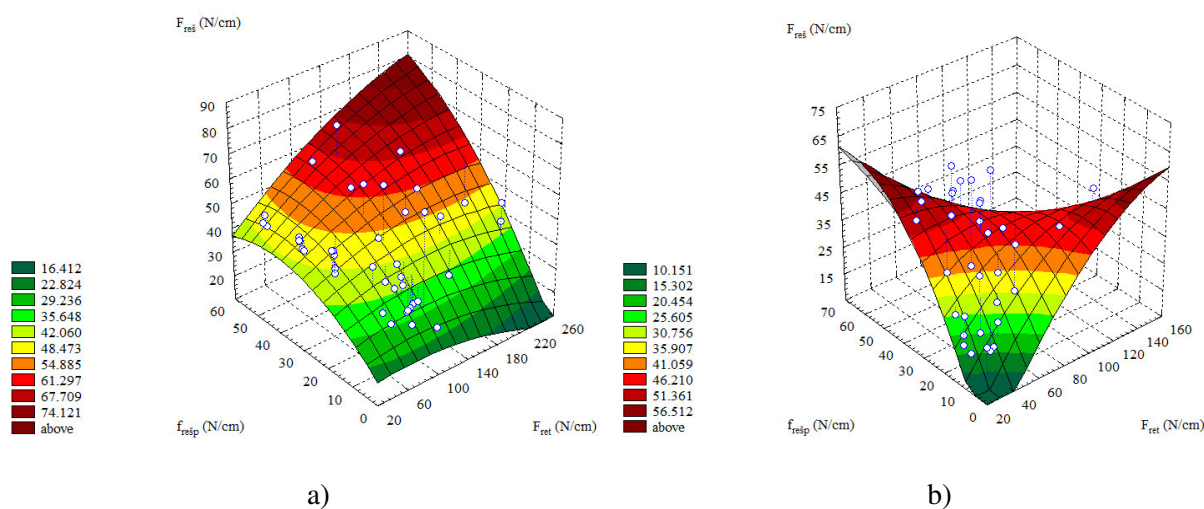
Određivanjem koeficijenata korekcije  $k_s$  iz prethodne tačke i iz ove  $k_1$ , u mnogome će se skratiti postupak predviđanja mehaničkih karakteristika šavova a samim tim i njihovog odabira za određenu poziciju na odeći. Sve to je u cilju dobijanja optimalnih svojstava odeće u pogledu njihovog opterećenja pri njegovoj upotrebi i isključivanju izrade probnih uzoraka i serija modela tj. šavova.

Pošto elastične karakteristike šavova zavise od elastičnih karakteristika šivaćih konaca i primenjenih tkanina, to se promena relativne sile na granici elastičnosti šava može predstaviti i u obliku 3D grafika u zavisnosti od faktora sile na granici elastičnosti šava ( $f_{rešp}$ ) i relativne sile na granici elastičnosti tkanine ( $F_{ret}$ ). Faktor sile na granici elastičnosti šava je dobijen na osnovu jednačine (116):

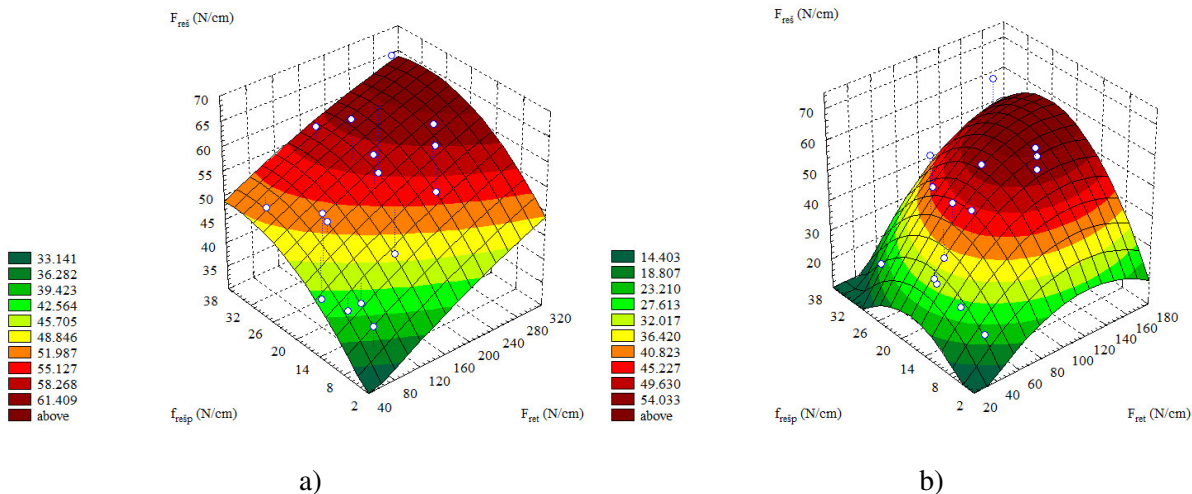
$$f_{rešp} = F_{ek} \cdot G_b \text{ (N} \cdot \text{cm}^{-1}) \quad (116)$$

gde je:  $F_{ek}$  - sila na granici elastičnosti šivaćeg konca (N).

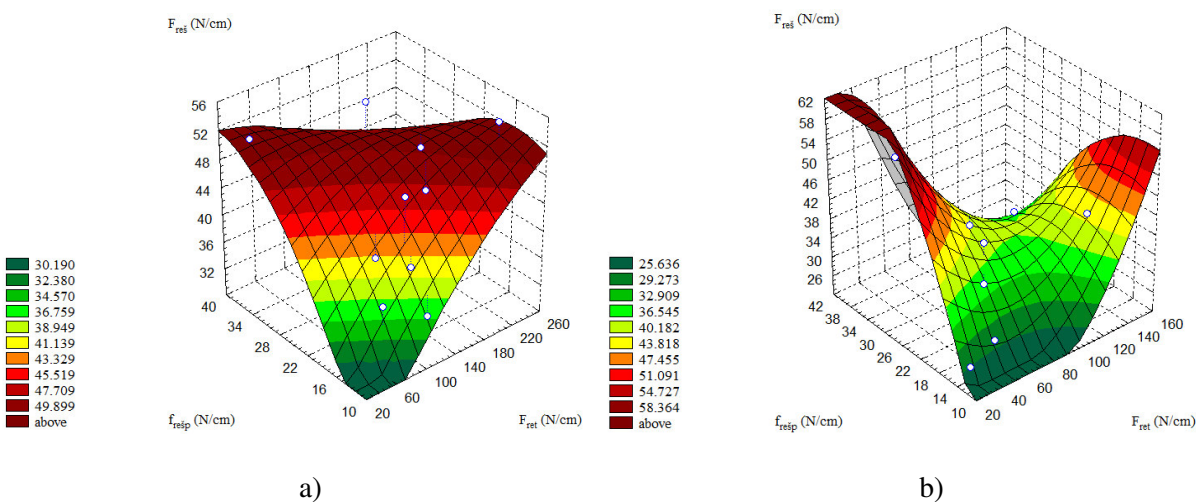
Na slikama 84 do 88 prikazane su ove zavisnosti za neke vrste šavova. Upravo od ovih veličina u priličnoj meri zavisi će elastične karakteristike šava.



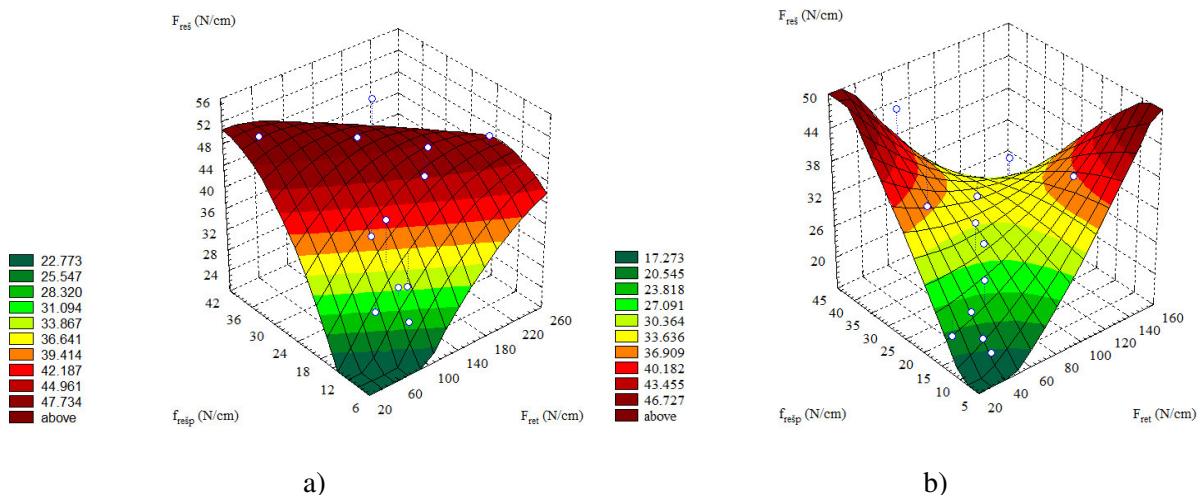
Slika 84. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od faktora sile na granici elastičnosti šava ( $f_{rešp}$ ) i relativne sile na granici elastičnosti tkanine ( $F_{ret}$ ) za šav 1.01.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



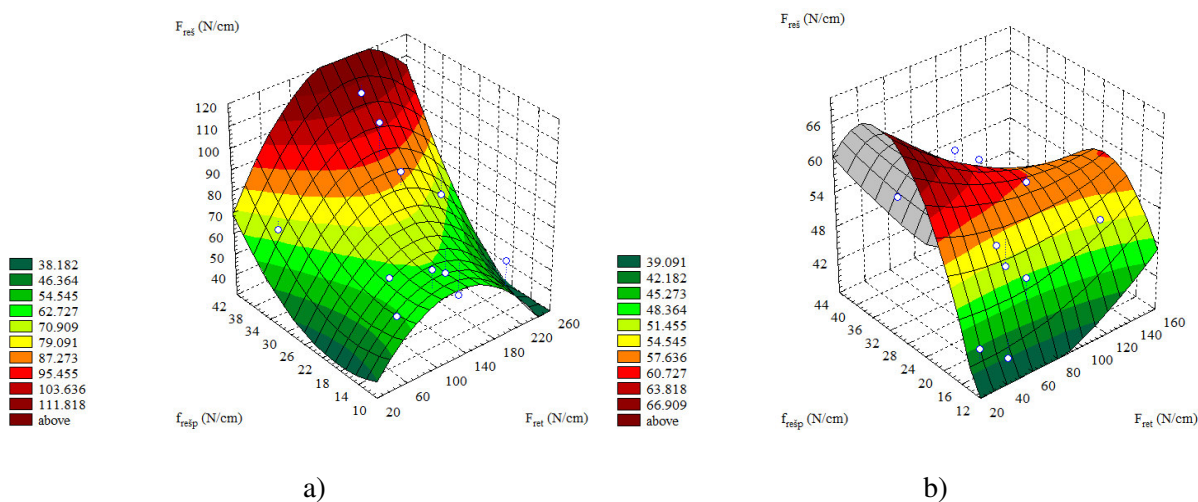
Slika 85. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od faktora sile na granici elastičnosti šava ( $f_{rešp}$ ) i relativne sile na granici elastičnosti tkanine ( $F_{ret}$ ) za šav 1.01.01/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 86. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od faktora sile na granici elastičnosti šava ( $f_{rešp}$ ) i relativne sile na granici elastičnosti tkanine ( $F_{ret}$ ) za šav 2.01.02/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 87. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od faktora sile na granici elastičnosti šava ( $f_{rešp}$ ) i relativne sile na granici elastičnosti tkanine ( $F_{ret}$ ) za šav 2.02.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 88. Zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od faktora sile na granici elastičnosti šava ( $f_{rešp}$ ) i relativne sile na granici elastičnosti tkanine ( $F_{ret}$ ) za šav 2.02.03/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

Na osnovu prikazanih grafika i prema rezultatima iz tabela (prilog), relativna sila na granici elastičnosti šava se može predvideti regresionom (empirijskom) jednačinom zavisnosti opšteg oblika:

$$F_{reš} = z_0 + a \cdot f_{rešp} + b \cdot F_{ret} + c \cdot f_{rešp}^2 + d \cdot F_{ret}^2 + f \cdot f_{rešp} \cdot F_{ret} \quad (117)$$

gde su:  $z_0$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $f$  - koeficijenti uz odgovarajuće promenljive veličine čije su vrednosti date u tabeli 23.

Vrednosti koeficijenata su različiti za svaku vrstu šava, boda i liniju šivenja.

Tabela 23. Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje relativne sile na granici elastičnosti šava

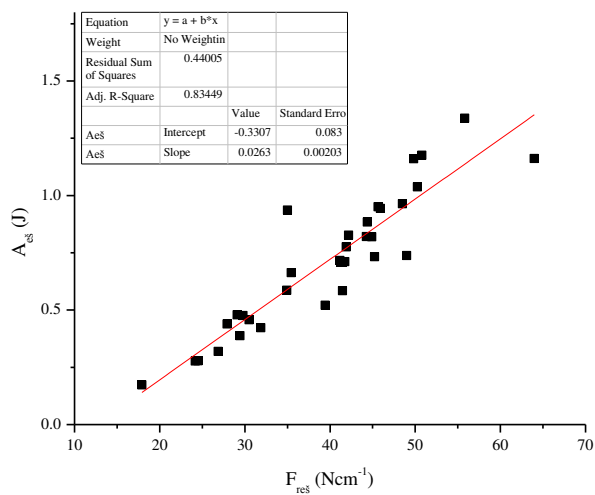
| Vrsta šava/boda                 | z0        | a        | b        | c       | d        | f       | r <sup>2</sup> |
|---------------------------------|-----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------------|
| 1.01.01/301 š <sub>Lo</sub>     | 18.4503   | 0.9695   | 0.0562   | -0.0127 | -0.0004  | 0.0041  | 0.271          |
| 1.01.01/301 š <sub>Lp</sub>     | -32.9895  | 2.7652   | 1.018    | -0.0178 | -0.0027  | -0.0222 | 0.498          |
| 1.01.01/401.504 š <sub>Lo</sub> | 422.1682  | -12.8481 | -12.8481 | 0.1365  | 0.1351   | 0       | -              |
| 1.01.01/401.504 š <sub>Lp</sub> | -273.7749 | 13.7929  | 13.7929  | -0.1994 | -0.1994  | 0       | -              |
| 1.01.01/401 š <sub>Lo</sub>     | 22.7326   | 1.3128   | 0.0942   | -0.0186 | -0.00006 | -0.0005 | 0.312          |
| 1.01.01/401 š <sub>Lp</sub>     | -8.7192   | 2.1308   | 0.4898   | -0.0655 | -0.0021  | 0.0075  | 0.545          |
| 1.06.01/301 š <sub>Lo</sub>     | 20.1352   | 2.0366   | -0.1772  | -0.038  | -0.0004  | 0.0061  | 0.886          |
| 1.06.01/301 š <sub>Lp</sub>     | -8.5802   | 4.1039   | -0.1521  | 0.0876  | 0.0282   | -0.1367 | 0.607          |
| 1.23.01/301 š <sub>Lo</sub>     | -34.6363  | 4.0252   | 0.4208   | -0.048  | -0.0009  | -0.0069 | 0.528          |
| 1.23.01/301 š <sub>Lp</sub>     | -448.9601 | 16.835   | 16.6683  | -0.1821 | -0.1821  | 0       | -              |
| 1.23.01/401 š <sub>Lo</sub>     | -57.5325  | 2.2908   | 2.2908   | -0.0144 | -0.0144  | 0       | -              |
| 1.23.01/401 š <sub>Lp</sub>     | -216.0876 | 8.082    | 8.002    | -0.0759 | -0.0759  | 0       | -              |
| 2.01.02/301 š <sub>Lo</sub>     | -11.664   | 2.9199   | 0.2797   | -0.0331 | -0.0003  | -0.0072 | 0.412          |
| 2.01.02/301 š <sub>Lp</sub>     | -25.6019  | 5.0967   | -0.0329  | -0.0516 | 0.0031   | -0.0241 | 0.859          |
| 2.01.02/401 š <sub>Lo</sub>     | 964.8184  | -18.9939 | -19.1838 | 0.1232  | 0.1232   | 0       | -              |
| 2.01.02/401 š <sub>Lp</sub>     | 47.3084   | -1.4728  | -1.4728  | 0.0288  | 0.0291   | 0       | -              |
| 2.02.01/301 š <sub>Lo</sub>     | -22.8811  | 3.2841   | 0.3449   | -0.0367 | -0.0005  | -0.0078 | 0.677          |
| 2.02.01/301 š <sub>Lp</sub>     | -4.7679   | 1.7908   | 0.243    | -0.0059 | 0.0009   | -0.015  | 0.567          |
| 2.02.01/401 š <sub>Lo</sub>     | -23.61    | 26.6306  | -2.5066  | -1.037  | 0.0028   | 0.0901  | 0.948          |
| 2.02.01/401 š <sub>Lp</sub>     | 4.2714    | 1.7153   | 1.7153   | -0.0232 | -0.0234  | 0       | -              |
| 2.02.03/301 š <sub>Lo</sub>     | 48.577    | -2.8004  | 0.495    | 0.07    | -0.0023  | 0.0071  | 0.617          |
| 2.02.03/301 š <sub>Lp</sub>     | -26.5532  | 5.9383   | 0.129    | -0.0863 | 0.0006   | -0.0119 | 0.651          |
| 2.02.03/401 š <sub>Lo</sub>     | 45.7104   | 4.1694   | -0.3327  | -0.0636 | 0.0016   | -0.0056 | 0.361          |
| 2.02.03/401 š <sub>Lp</sub>     | 172.9224  | 6.1805   | -4.1738  | -0.0043 | 0.0276   | -0.058  | 0.111          |

š<sub>Lo</sub> - linija šava normalna na pravac osnovinih žica u tkanini, š<sub>Lp</sub> - linija šava normalna na pravac potkinih žica u tkanini, r<sup>2</sup> - koeficijent determinacije.

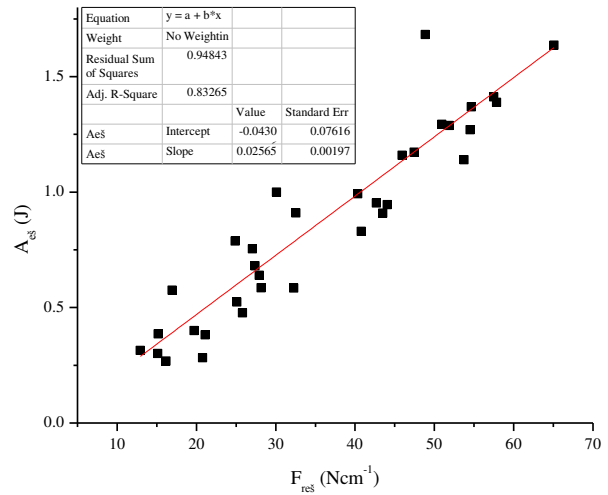
### 3.4.7. Predviđanje rada sile do granice elastičnosti šava

Od veličina relativne sile i izduženja na granici elastičnosti šava u priličnoj meri će neposredno zavisiti potreban rad za savlađivanje otpora šava pri istezanju do granice elastičnosti (A<sub>eš</sub>), dok posredno će zavisiti od ostalih karakteristika šava.

Na slikama 89 do 93 prikazana je zavisnost A<sub>eš</sub> od relativne sile na granici elastičnosti šava (F<sub>reš</sub>) za pojedine vrste šavova.

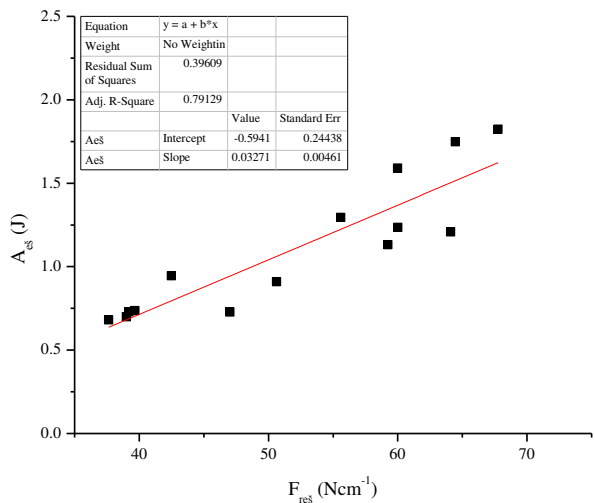


a)

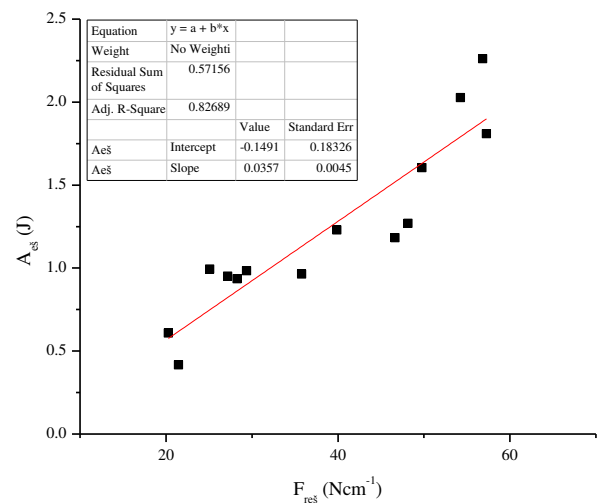


b)

Slika 89. Promena rada sile do granice elastičnosti šava od relativne sile na granici elastičnosti šava 1.01.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

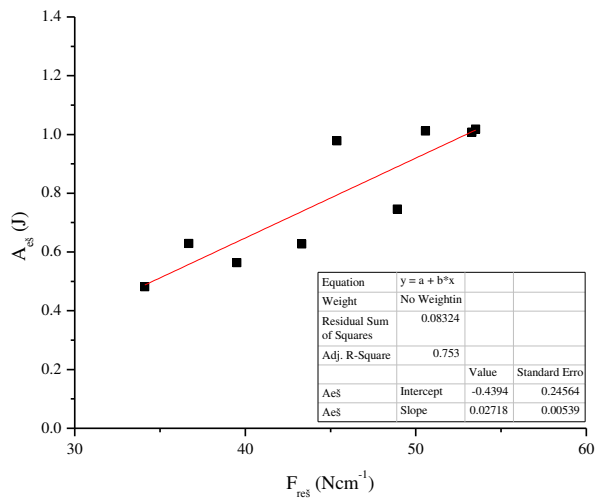


a)

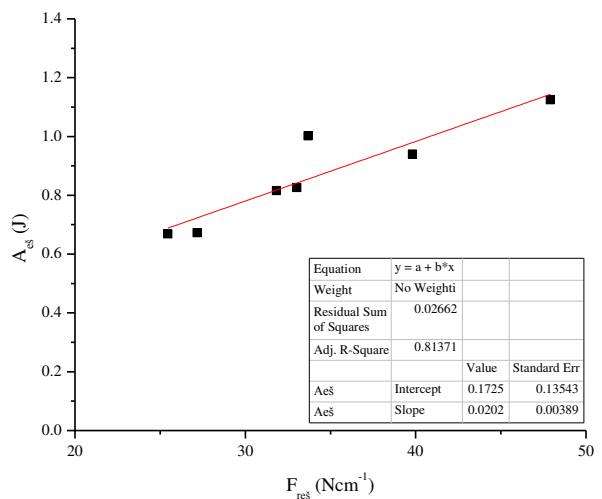


b)

Slika 90. Promena rada sile do granice elastičnosti šava od relativne sile na granici elastičnosti šava 1.01.01/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

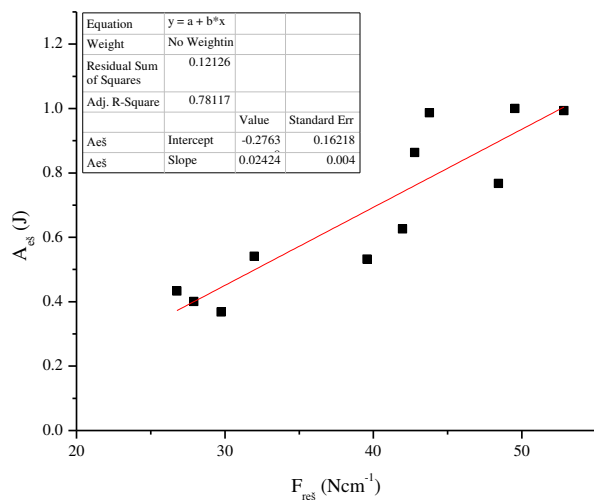


a)

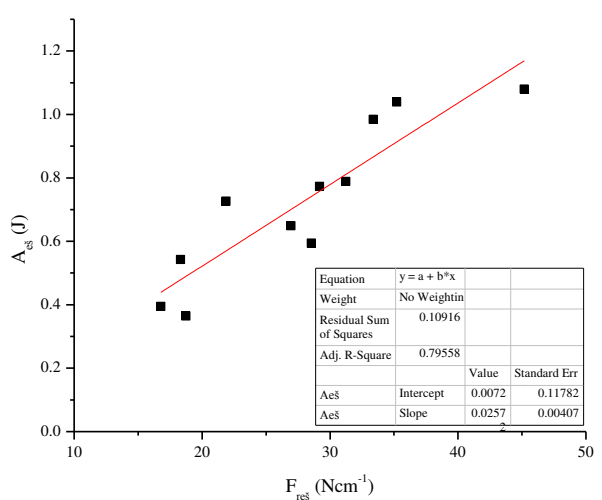


b)

Slika 91. Promena rada sile do granice elastičnosti šava od relativne sile na granici elastičnosti šava 2.01.02/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

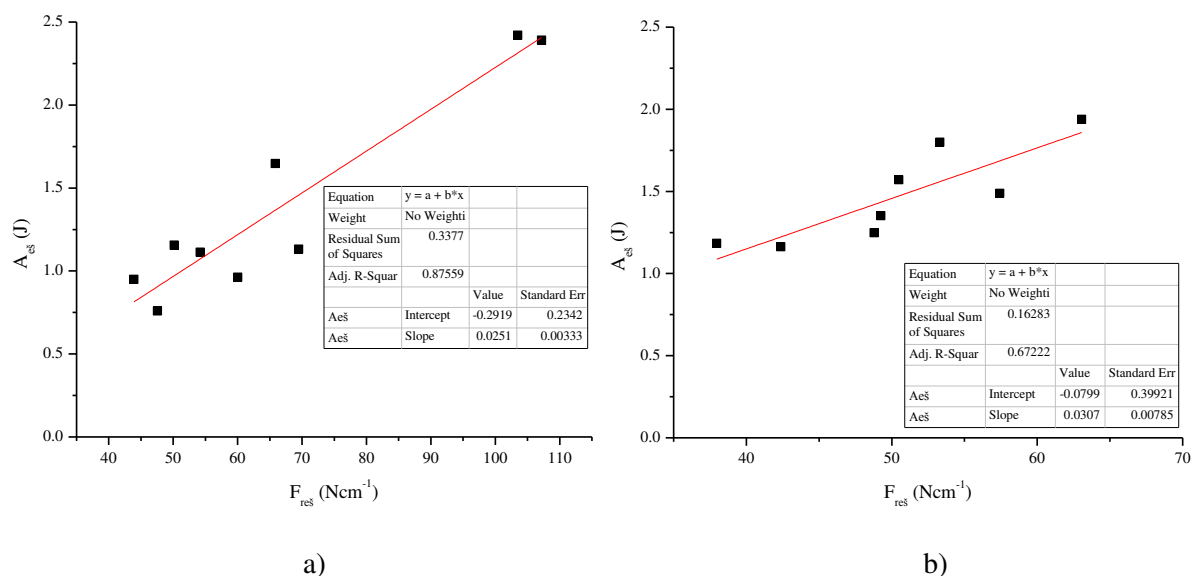


a)



b)

Slika 92. Promena rada sile do granice elastičnosti šava od relativne sile na granici elastičnosti šava 2.02.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 93. Promena rada sile do granice elastičnosti šava od relativne sile na granici elastičnosti šava 2.02.03/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

Prema graficima koji su dobijeni na osnovu rezultata ispitivanja šavova, potreban rad sile do granice elastičnosti se može predvideti regresionom jednačinom opšteg oblika:

$$A_{eš} = a + b \cdot F_{reš} \quad (118)$$

gde su: a, b - koeficijenti čije su vrednosti različite za svaku vrstu šava, boda i liniju šivenja (tabela 24).

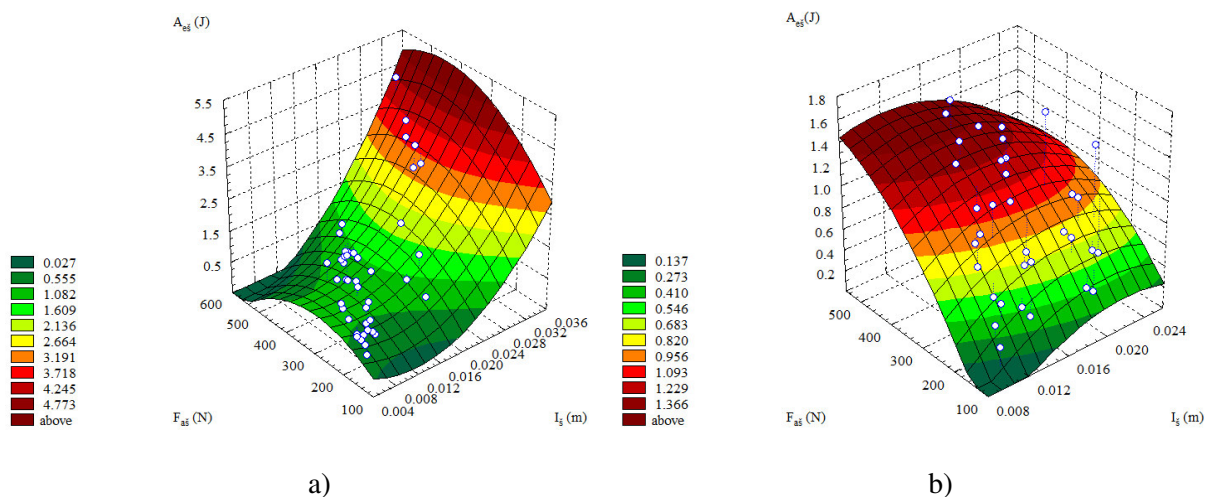
Tabela 24. Vrednosti koeficijenata regresione jednačine za izračunavanje potrebnog rada sile do granice elastičnosti šava

| Vrsta šava/boda     | a         | b         | r <sup>2</sup> | Vrsta šava/boda | a         | b         | r <sup>2</sup> |
|---------------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|-----------|-----------|----------------|
| 1.01.01/301 š⊥o     | -0.330734 | 0.0263035 | 0.834          | 2.01.02/301 š⊥o | -0.439487 | 0.0271821 | 0.753          |
| 1.01.01/301 š⊥p     | -0.04306  | 0.025651  | 0.833          | 2.01.02/301 š⊥p | 0.1725    | 0.0202655 | 0.814          |
| 1.01.01/401.504 š⊥o | 0.279867  | 0.017222  | 0.401          | 2.01.02/401 š⊥o | -1.30053  | 0.0484288 | 0.784          |
| 1.01.01/401.504 š⊥p | -0.046222 | 0.0315179 | 0.495          | 2.01.02/401 š⊥p | -0.445793 | 0.0373629 | 0.693          |
| 1.01.01/401 š⊥o     | -0.59755  | 0.0327526 | 0.794          | 2.02.01/301 š⊥o | -0.27637  | 0.0242407 | 0.781          |
| 1.01.01/401 š⊥p     | -0.149137 | 0.0357625 | 0.827          | 2.02.01/301 š⊥p | 0.007201  | 0.025724  | 0.795          |
| 1.06.01/301 š⊥o     | -0.189553 | 0.022095  | 0.9            | 2.02.01/401 š⊥o | -0.42783  | 0.0271941 | 0.829          |
| 1.06.01/301 š⊥p     | -0.065341 | 0.0280141 | 0.898          | 2.02.01/401 š⊥p | 0.190413  | 0.0261047 | 0.498          |
| 1.23.01/301 š⊥o     | -0.922894 | 0.0387704 | 0.608          | 2.02.03/301 š⊥o | -0.291994 | 0.0251801 | 0.875          |
| 1.23.01/301 š⊥p     | 0.0553698 | 0.0244833 | 0.452          | 2.02.03/301 š⊥p | -0.07999  | 0.030746  | 0.672          |
| 1.23.01/401 š⊥o     | -0.715876 | 0.0345957 | 0.829          | 2.02.03/401 š⊥o | -0.253434 | 0.028933  | 0.429          |
| 1.23.01/401 š⊥p     | 0.878302  | 0.0123954 | -              | 2.02.03/401 š⊥p | -2.41882  | 0.0743999 | 0.939          |

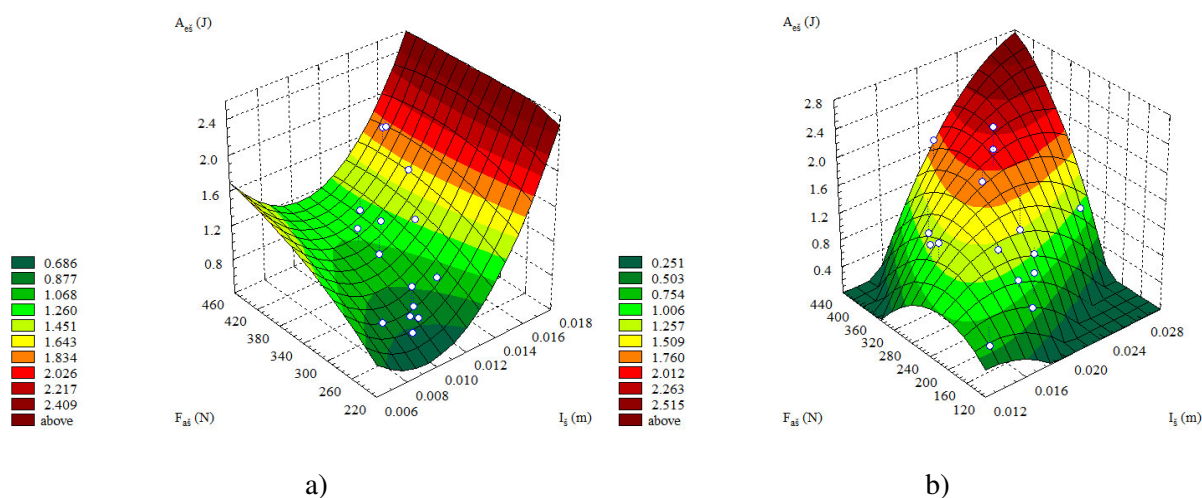
š⊥o - linija šava normalna na pravac osnovnih žica u tkanini, š⊥p - linija šava normalna na pravac potkinih žica u tkanini, r<sup>2</sup> - koeficijent determinacije.



Na sledećim slikama 94 do 98 predstavljena je zavisnost promene rada sile do granice elastičnosti od prekidnih karakteristika šavova tj. prekidne sile ( $F_{aš}$ ) i prekidnog izduženja ( $I_š$  odnosno  $\varepsilon_š$ ).

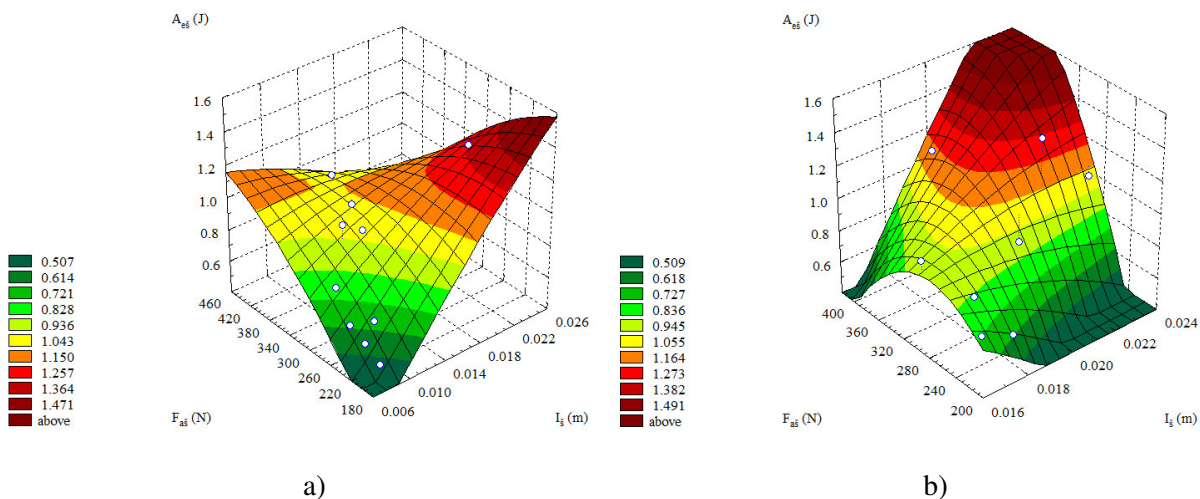


Slika 94. Zavisnost rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{eš}$ ) od prekidne sile ( $F_{aš}$ ) i prekidnog izduženja šava ( $I_š$ ) za šav 1.01.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

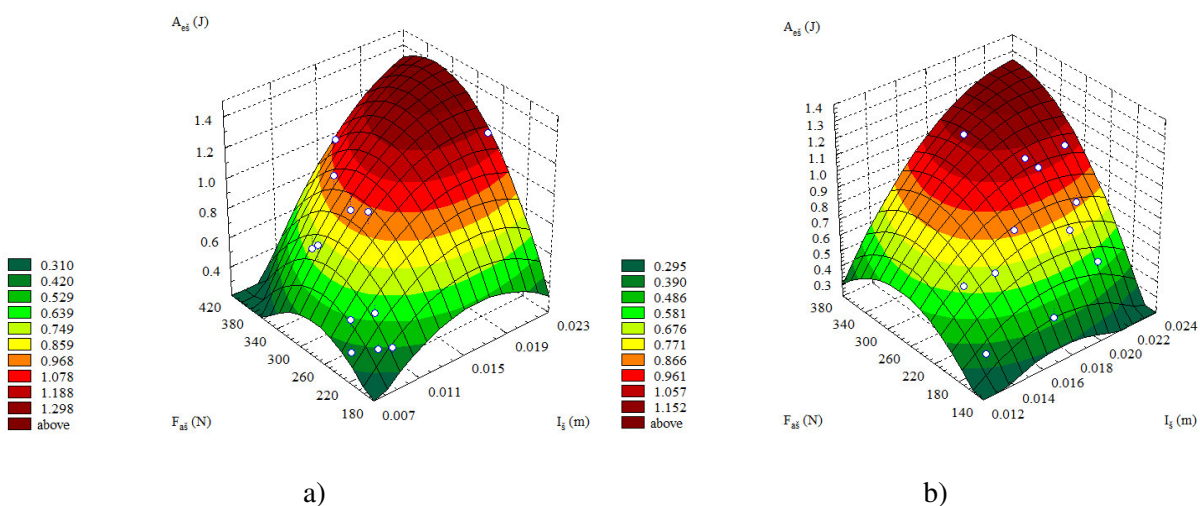


Slika 95. Zavisnost rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{eš}$ ) od prekidne sile ( $F_{aš}$ ) i prekidnog izduženja šava ( $I_š$ ) za šav 1.01.01/401 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

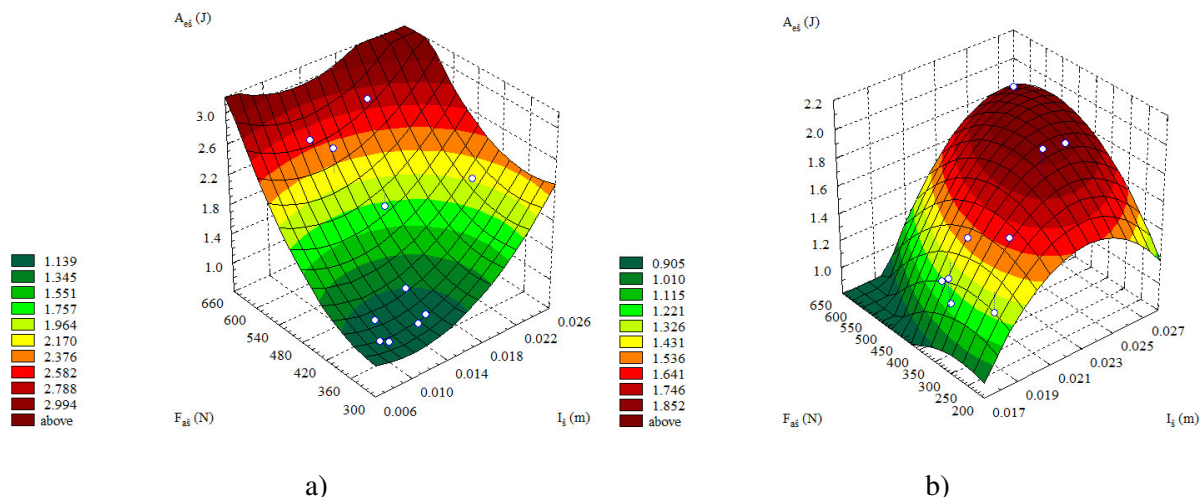




Slika 96. Zavisnost rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{es}$ ) od prekidne sile ( $F_{as}$ ) i prekidnog izduženja šava ( $I_s$ ) za šav 2.01.02/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 97. Zavisnost rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{es}$ ) od prekidne sile ( $F_{as}$ ) i prekidnog izduženja šava ( $I_s$ ) za šav 2.02.01/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)



Slika 98. Zavisnost rada sile do granice elastičnosti šava ( $A_{es}$ ) od prekidne sile ( $F_{as}$ ) i prekidnog izduženja šava ( $I_s$ ) za šav 2.02.03/301 i liniju šivenja normalnu na pravac osnove (a) i potke (b)

Prema rezultatima iz tabela u prilogu za prekidnu silu i prekidno izduženje šavova, a na osnovu grafika, rad sile do granice elastičnosti šava se može predvideti sledećom regresionom (odnosno empirijskom) jednačinom zavisnosti koja ima opšti oblik:

$$A_{es} = z_0 + a \cdot F_{as} + b \cdot I_s + c \cdot F_{as}^2 + d \cdot I_s^2 + f \cdot F_{as} \cdot I_s \quad (119)$$

gde su:  $z_0$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $f$  - koeficijenti uz odgovarajuće promenljive veličine čije su vrednosti date u tabeli 25.

Ova jednačina pokazuje da se rad sile do granice elastičnosti može predvideti poznavajući prekidne karakteristike šavova. Time bi se skratio postupak predviđanja elastičnih svojstava šavova u zavisnosti od opterećenja odevnih proizvoda tokom eksploatacije.

Tabela 25. Koeficijenti empirijske jednačine za izračunavanje rada sile do granice elastičnosti šava

| Vrsta šava/boda                 | $z_0$     | a        | b         | c         | d         | f        | $r^2$ |
|---------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|
| 1.01.01/301 š <sub>Lo</sub>     | -0.35161  | 0.01038  | -146.7386 | -0.000019 | 5390.329  | 0.19597  | 0.946 |
| 1.01.01/301 š <sub>Lp</sub>     | -2.08598  | 0.00896  | 155.03257 | -0.000006 | -3250.077 | -0.13513 | 0.612 |
| 1.01.01/401.504 š <sub>Lo</sub> | -14.60106 | 2788.478 | 2788.478  | -162242   | -163865   | 0        | -     |
| 1.01.01/401.504 š <sub>Lp</sub> | -20.3611  | 2992.444 | 3022.368  | -139459   | -139459   | 0        | -     |
| 1.01.01/401 š <sub>Lo</sub>     | -0.57249  | 0.00918  | -146.5487 | -0.000033 | -8069.58  | 1.33431  | 0.899 |
| 1.01.01/401 š <sub>Lp</sub>     | -0.68523  | 0.00156  | 91.60962  | -0.000039 | -9950.58  | 1.25106  | 0.525 |
| 1.06.01/301 š <sub>Lo</sub>     | -1.06008  | -0.00755 | 432.687   | 0.000035  | -1521.09  | -1.1351  | 0.639 |
| 1.06.01/301 š <sub>Lp</sub>     | 0.51718   | 0.00812  | -179.521  | -0.000075 | -12108.7  | 2.33443  | 0.397 |
| 1.23.01/301 š <sub>Lo</sub>     | -1.28669  | -0.00489 | 417.063   | 0.000014  | -8725.5   | -0.34998 | 0.62  |
| 1.23.01/301 š <sub>Lp</sub>     | 28.60703  | -4634.07 | -4588.18  | 247844    | 247844    | 0        | -     |
| 1.23.01/401 š <sub>Lo</sub>     | -2.87826  | 439.478  | 439.478   | -7527.21  | -7527.21  | 0        | -     |
| 1.23.01/401 š <sub>Lp</sub>     | 57.4923   | -8981.18 | -8981.18  | 468685    | 473372    | 0        | -     |
| 2.01.02/301 š <sub>Lo</sub>     | -1.94852  | 0.01012  | 155.638   | -0.000007 | -664.38   | -0.35602 | 0.941 |
| 2.01.02/301 š <sub>Lp</sub>     | 3.998     | -0.00737 | -286.496  | -0.000033 | -4194.08  | 1.61514  | 0.097 |
| 2.01.02/401 š <sub>Lo</sub>     | 0.19763   | -181.562 | -179.764  | 35266.4   | 35266.4   | 0        | -     |
| 2.01.02/401 š <sub>Lp</sub>     | 1.51333   | -347.67  | -347.67   | 31483.6   | 31798.4   | 0        | -     |
| 2.02.01/301 š <sub>Lo</sub>     | -2.25127  | 0.01465  | 76.5347   | -0.000031 | -4360.42  | 0.35737  | 0.894 |
| 2.02.01/301 š <sub>Lp</sub>     | -2.17261  | 0.00717  | 164.852   | -0.000021 | -6320.71  | 0.37715  | 0.962 |
| 2.02.01/401 š <sub>Lo</sub>     | -0.9431   | 0.00847  | -106.907  | -0.000013 | -963.674  | 0.49404  | 0.891 |
| 2.02.01/401 š <sub>Lp</sub>     | 45.7735   | -7460.16 | -7460.16  | 406358    | 406358    | 0        | -     |
| 2.02.03/301 š <sub>Lo</sub>     | 2.84978   | -0.00981 | -75.0049  | 0.000017  | 5316.15   | -0.10755 | 0.893 |
| 2.02.03/301 š <sub>Lp</sub>     | -0.85021  | -0.00441 | 222.558   | -0.000007 | -6572.24  | 0.41781  | 0.457 |
| 2.02.03/401 š <sub>Lo</sub>     | 0.56087   | -0.00477 | 112.908   | 0.000009  | -2249.01  | 0.0172   | 0.931 |
| 2.02.03/401 š <sub>Lp</sub>     | -56.8146  | -0.0867  | 6003.77   | 0.00013   | -89281.3  | -1.86759 | 0.978 |

š<sub>Lo</sub> - linija šava normalna na pravac osnovinih žica u tkanini, š<sub>Lp</sub> - linija šava normalna na pravac potkinih žica u tkanini,  $r^2$  - koeficijent determinacije.

#### 4. Zaključak

Prilikom nošenja odeće, odeća je izložena različitim atmosferskim, fizičkim i hemijskim uticajima a naročito naprezanjima. Ta naprezanja zavise od pokreta tela, kroja odevnog predmeta, načina izrade, materijala i dr. Prevelika naprezanja mogu dovesti do oštećenja i deformacija na odeći koja se najčešće javljaju na materijalima u predelu šava (u vidu smicanja niti tkanina), na samom šavu (prekid konca) a ređe na samom materijalu.

Kada se uporede promene dimenzije tela pri različitim pokretima i istezanja (tj. izduženja) različitih vrsta tkanina, može se uočiti da retko koja tkanina ima dovoljnu istegljivost da prati pokrete tela. Nedostatak istegljivosti tkanina se rešava dodatkom materijala za komoditet a time se poboljšava udobnost pri nošenju odevnog predmeta i smanjuju opterećenja materijala u predelu šava.

Predviđanje tj. projektovanje prekidnih sila i sila na granici elastičnosti šivenih šavova uvek je aktuelan problem u proizvodnji odeće zbog njene buduće namene s obzirom da se tekstilni proizvodi razlikuju od većine ostalih materijala odsustvom konstantnosti oblika i pojačanim relaksacionim svojstvima. Rešavanje ovog problema zahteva obradu niza podataka tkanina, šivaćih konaca, šavova i bodova.

Dosadašnji pokušaji da se nađu formule za predviđanje prekidnih sila i sila na granici elastičnosti šivenih šavova nisu dali najbolje rezultate. Formule su definisane na bazi idealnih mehaničkih modela i zasnivale su se na analizu veze sila-istezanje tkanina i šivaćih konaca i pri tome nisu uzimali u obzir promene u strukturi tkanina, konaca, šavova i bodova u predelu šavova pri njegovom opterećenju.

Polazeći od analize rezultata ispitivanja prekidnih sila šavova, sila na granici elastičnosti šavova, nestabilnosti sistema žica tkanine i sistema konaca u šavu usled opterećenja, neophodno je da se, prilikom predviđanja ovih karakteristika uz korišćenje teorijskih postavki, uvedu odgovarajući koeficijenti korekcije koji će uzimati u obzir ovu činjenicu.

Za ovo istraživanje su bile uzete više vrsta šivaćih konaca i tkanina pamučnih tipova (različitih namena) čije su potrebne karakteristike detaljno ispitane. Šivenje uzoraka šavova (sa najzastupljenijim bodovima i šavovima) je izvedeno na savremenim šivaćim mašinama u industrijskim uslovima.

U tabelama u prilogu su prikazani sveobuhvatni rezultati istraživanja šivenih šavova. Na osnovu njih je izvršena analiza dobijenih karakteristika šavova. Isto tako, oni mogu poslužiti kao smernice za neka dalja istraživanja u međusobnom povezivanju strukture šavova sa njegovim svojstvima.

Šivaći konac je značajan parametar procesa šivenja. Od njegovih fizičko-mehaničkih karakteristika u velikoj meri zavise mehaničke karakteristike šavova (kao što su prekidna sila, prekidno izduženje, sila i rad sile do granice elastičnosti). Naravno, ovakav redosled osobina šavova odgovara redosledu mehaničkih karakteristika konaca (prekidnoj sili i prekidnom izduženju). Isto tako, konac mora da poseduje i ostale dobre karakteristike kao što su glatkoća, ravnomernost po debljini, minimalno skupljanje, otpornost na visoke temperature, balans, jer i od njih zavisi uspešan proces šivenja.

Kod odabira materijala, odnosno tkanine, za odeću prvenstveno se vodi računa da ona svojim izgledom, bojom, i drugim osobinama zadovolji ukus potrošača. Ali, u pogledu eksploatacije, osnovni zahtev koji se postavlja pred svakom tkaninom je dobra dimenzionalna stabilnost, izdržljivost na mehanička opterećenja i mala deformacija pri višestrukom istezanju. To znači da i od njenih karakteristika zavise mehanička svojstva šavova (parametri strukture i konstrukcije: pređa za osnovu i potku, gustina osnove i potke; mehaničke karakteristike; otpornost na smicanje žica tkanine itd.).

Od mehaničkih karakteristika konca i veličine gustine boda u mnogome zavise mehaničke karakteristike šivenih šavova. Za proces šivenja veoma je važno predvideti prekidnu silu šava u zavisnosti od buduće namene odevnih predmeta. Iz tih razloga je uveden faktor prekidne sile šava koji zavisi od prekidne sile šivaćeg konca i gustine boda.

Na osnovu velikog broja ispitivanja zavisnosti relativne prekidne sile šava (prema metodi tt. Coats) i faktora prekidne sile šava određeni su odgovarajući koeficijenti korekcije  $k_s$  za različite vrste šavova (tabele 20 i 21). Korišćenjem jednačine za izračunavanje faktora prekidne sile šava i uvođenjem koeficijenta korekcije definisana je jednačina za prognoziranje relativne prekidne sile šava.

Koeficijent korekcije uzima u obzir sve promene koje se dešavaju u šavu pri njegovom opterećenju uključujući odsustvo zadržavanja konstantnosti oblika, nestabilnosti sistema žica tkanine (njegove strukture), sistema konaca u šavu, strukture šava i dr. Vrednost koeficijenta je različita od jedinice što govori o neophodnosti njegovog uvođenja u jednačinu za prognoziranje relativne prekidne sile šava.

Određivanjem koeficijenta korekcije za različite vrste šavova skraćuje se postupak u prognoziranju prekidnih karakteristika šavova u zavisnosti od prekidne sile konca i gustine boda.

Kod prognoziranja relativne sile na granici elastičnosti šava polazna osnova je prekidna sila šava tj. jednačina za prognoziranje relativne prekidne sile šava. Prema eksperimentalno dobijenim podacima, na graficima zavisnosti sile na granici elastičnosti šava

i relativne prekidne sile šava, određeni su novi odgovarajući koeficijenti korekcije za različite vrste šavova (tabela 22). Uvođenjem ovog koeficijenta korekcije u jednačinu za prognoziranje relativne prekidne sile šava dobijena je jednačina kojom se može predvideti vrednost sile na granici elastičnosti šava. Sila na granici elastičnosti definisana je u zavisnosti od koeficijenata korekcije, prekidne sile konca i gustine boda.

Prema dobijenim rezultatima vidi se da je koeficijent korekcije manji od jedinice. To je razumljivo jer on u suštini pokazuje koliko procenata u proseku od relativne prekidne sile šava iznosi sila na granici elastičnosti. Za prikazane tipove bodova i šavova koeficijent korekcije se kreće od cca 0,53 (ili 53 %) za šav 1.01.01/401.504 š<sub>⊥p</sub> do čak cca 0,82 (ili 82 %) za šav 1.23.01/401 š<sub>⊥p</sub>. To znači da se šavovi na odeći od primenjenih tkanina mogu slobodno opteretiti do navedenih vrednosti koeficijenata korekcije odnosno do tog procenta od relativne prekidne sile ili od predviđene relativne prekidne sile. Tom prilikom neće doći do trajnih deformacija u šavu.

Kako elastične karakteristike šavova zavise od elastičnih karakteristika šivaćih konaca i primenjenih tkanina, to je zavisnost relativne sile na granici elastičnosti šava od faktora sile na granici elastičnosti šava i relativne sile na granici elastičnosti tkanine prikazana odgovarajućom matematičkom jednačinom.

Slično je i kada je u pitanju predviđanje rada sile do granice elastičnosti šava. Prema rezultatima, rad sile do granice elastičnosti definisan je odgovarajućim regresionim jednačinama u zavisnosti od relativne sile na granici elastičnosti šava, prekidne sile i prekidnog izduženja šava.

Analiziranjem dobijenih rezultata u eksperimentalnom delu, zatim određivanjem koeficijenata korekcije i koeficijenata uz promenljive veličine (kod predstavljenih jednačina), u mnogome će se skratiti postupak predviđanja mehaničkih karakteristika šavova a samim tim i njihovog odabira za određenu poziciju na odeći.

Prema tome, mehaničke karakteristike šivenih šavova zavise od njihovih strukturnih rešenja, šivaćih konaca i tkanina, kao i od tehnoloških uslova procesa šivenja. Poznavanjem uzajamne povezanosti strukturnih i mehaničkih karakteristika šavova pruža se mogućnost njihovog pravilnog projektovanja u zavisnosti od buduće namene odeće.

Na osnovu eksperimentalnih rezultata i teorijskih postavki postavljene su realne matematičke zavisnosti, kojima se mogu predvideti prekidne sile i sile na granici elastičnosti šivenih šavova. Prekidna sila šava (relativna) i sila na granici elastičnosti šava su prikazane u funkciji prekidne sile primenjenog konca za šivenje, gustine boda i koeficijenata korekcije

koji uzimaju u obzir promene koje nastaju usled dinamičkog opterećenja materijala koji učestvuju u procesu šivenja.

Predložene jednačine se mogu koristiti za prognoziranje prekidne sile šavova i sile na granici elastičnosti, čime se pojednostavljuje i usavršava tehnička priprema proizvodnje odeće, ostvaruje ušteda materijala i energije.

## 5. Literatura

- [1] D. Rogale. D. Ujević, S. F. Rogale. M. Hrastinski: Procesi proizvodnje odeće, Zagreb, Tekstilno - tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2011
- [2] В. Ф. Шаньгина: Соединения деталей одежды, Легкая индустрия - Москва, 1976
- [3] M. Mirković: Istorijski osvrt na pronalazak šivaće mašine i industrijsku revoluciju u proizvodnji odeće u XIX veku, Tekstilna industrija - Beograd, 29 (1981) 9, 60-64
- [4] <http://sr.wikipedia.org/sr/>
- [5] <http://www.lectra.com/en/search/site/Quick%20Response%20system>
- [6] D. Ujević, D. Rogale, M. Hrastinski: Tehnike konstruiranja i modeliranja odeće, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 2010
- [7] Trajković C., Tehnologija izrade odeće II deo, Izdavačka jedinica Univerziteta u Nišu, Niš, 1999
- [8] Б. А. Бузов и сар.: Материаловедение швейного производства, Легкая индустрия - Москва, 1978
- [9] R. Sokolović: Značaj i izbor materijala za konfekcijski proizvod, Tekstilna industrija - Beograd, 29 (1981) 9, 57-59
- [10] J. Stepanović, B. Antić: Projektovanje tkanina, Tehnološki fakultet Leskovac, Univerzitet u Nišu, 2005
- [11] Nenad Ćirković: Modeli zavisnosti osobina šavova od ulaznih parametara šivenja - magistarska teza, Tehnološki fakultet Leskovac, Katedra za tekstilne nauke, Leskovac, 1998
- [12] И. И. Галынкер, К. Г. Гущина, И. Б. Сафронова и сар.: Справочник по подготовке и раскрою материалов при производстве одежды, Легкая индустрия - Москва, 1980
- [13] К. И. Корицкий: Инженерное проектирование текстильных материалов, Москва, 1971
- [14] A. Kunštek: Čvrstoća šivanih šavova odeće, Zbornik Simpozija SITTH i ITO, Zagreb, 31. 01.-02. 02. 1989
- [15] SRPS ISO 4916 Tekstil - Tipovi šavova - Klasifikacija i terminologija, 2004
- [16] ISO 4915 Textiles - Stitch types - Classification and terminology, 1991
- [17] Buzov B. A., Modestova T. A., Alymenkova N. D., Materialovedenie shveyного производства, Legprombytizdat, Moscow, 1986
- [18] Н. Н. Архипов, Б. А. Рубцов: Лабораторный практикум по курсу "Машины и аппараты швейного производства", Легкая индустрия - Москва, 1972
- [19] C. Trajković: Tehnologija izrade odeće - Rešeni zadaci sa osnovama teorije, Leskovac, Univerzitet u Nišu - Tehnološki fakultet, 1990
- [20] А. И. Назарова, И. А. Куликова, А. И. Савостицкий: Технология швейных изделий по индивидуальным заказам, Легпромбытздат - Москва, 1986
- [21] B. Knez: Tehnološki procesi proizvodnje odeće, Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 1990
- [22] И. И. Галынкер, И. В. Сафронова: Механическая технология производства одежды, Легкая индустрия - Москва, 1977
- [23] В. Ф. Шаньгина: Структурная схема показателей качества соединений деталей одежды, Технология легкой промышленности - Москва, 26 (1983) 2, 113-117
- [24] Е. Б. Коблякова: Структурная схема показателей определяющих уровень качества одежды, Швейная промышленность - Москва, (1976) 2, 10-11, (1976) 3, 21-24
- [25] Kukin G. N., Solov'ev A. N., Koblykov A. I., Tekstilnoe materialovedenie, Legprombytizdat, Moscow, 1989
- [26] Koblyakov A., Laboratory Practise in the Study of Textile Materials, Mir Publishers, Moscow, 1989
- [27] Sadykova F. Kh., Sadykova D. M., Kudryashova N. I., Tekstilnoe materialovedenie i osnovytekstilnykh proizvodstv, Legprombytizdat, Moscow, 1989
- [28] Kukin G. N., Solov'ev A. N., Tekstilnoe materialovedenie-chast II, Leghaya industriya, Moscow, 1964
- [29] D. Stojiljković. Ž. Živković, Ž. Tasić, Modelovanje istezanje pređe, Monografija, Leskovac, 1995
- [30] Pan N., Composites and Technology, No. 56, 1996., pp. 311-327



- [31] R. Čunko, Ispitivanje tekstila, Sveučilište u Zagrebu, Tehnološki fakultet, Zagreb, 1989
- [32] C. Trajković: Jačina šavova spojenih koncem, Tekstil i praksa - Leskovac, 27 (1988) 1-2, 7-12
- [33] A. Kunštek, B. Knez: Utjecaj tehnoloških faktora na čvrstoću šavova odjeće, Tekstil - Zagreb, 35 (1986) 4, 225-238
- [34] J. Geršak: Metode preiskunja trdnosti šiva, Tekstilec - Ljubljana, 31 (1988) 6, 201-206
- [35] Grupa autora: Textiltechnik, VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1970
- [36] J. Cremer i H. Muller: Prüfung der Schiebefestigkeit von Geweben, ein Vergleich verschiedener Methoden, Melliand Textilberichte, 55 (1974) 5, 435-438
- [37] J. Greve i U. Meynen: Prüfmethode der Schiebe - und Nahtausreissfestigkeit, Bekleidung + Wäsche, 30 (1978) 8, 477-480
- [38] Nähfäden und Nähte - Technologie, Coats, Industrial products Marketing, Scotland
- [39] C. Trajković, N. Ćirković: Uticaj parametara šivenja na jačinu i deformaciju šavova, Glasnik hemičara i tehnologa Republike Srpske, Banja Luka, 39 (1996), 151-156
- [40] ... Prikaz strojeva, Tekstil - Zagreb, 37 (1988) 9, 547-560
- [41] DIN 53857-1 Prüfung von Textilien; Einfacher Streifen-Zugversuch an textilen Flächengebilden, Gewebe und Webbänder, 1979
- [42] DIN 53857, Streifen - Zugversuch an textilen Flächengebilden, Juni, 1962
- [43] R. Böckelmann: Prüfverfahren zur Beurteilung des Kraft - Längenänderungs-verhältnisses von genähter Nahtverbindungen aus Gewirken und Gestricken, Bekleidung und Maschenwaren, 10 (1971) 5, 197-203
- [44] DIN 53858, Grab-Zugversuch an Geweben, November, 1962, Zugversuch, März, 1981
- [45] TGL 50547/02, Zugversuch im Zusammenhang mit Nähten, Quernaht - Zugversuch, März, 1981
- [46] TGL 50547/01, Zugversuch im Zusammenhang mit Nähten, Bergfalte, Allgemeine Forderungen, März, 1981
- [47] TGL 50547/03, Zugversuch im Zusammenhang mit Nähten, Längsnaht - Zugversuch, März, 1981
- [48] ASTM D 434/42 Triatex Int. AG Prüfnorm TXN 6093.5 CH - Zürich, 1976
- [49] ASTM D 1683 Standard Test Method for Failure in Sewn Seams of Woven Apparel Fabrics, 2007
- [50] BS 3320 Method for determination of slippage resistance of yarns in woven fabrics: seam method, 1988
- [51] SRPS F.S2.024 Tekstil - Ispitivanje tkanina i pletiva - Smicanje žica osnove i potke, niza i reda, 1981
- [52] S. Mladenović: O nekim fizičkim karakteristikama šava, Tekstilna industrija - Beograd, 38 (1990) 3-4, 61-64
- [53] E. Ф. Попова, Б. А. Зайцев: Влияние натяжения нитей на величину волнистости шва, Технология легкой промышленности - Москва, 12 (1969) 6, 106-111
- [54] A. Kunštek, B. Knez: Oštećenja šavova na odjeći, Tekstil - Zagreb, 35 (1986) 6, 389-402
- [55] F. Čuk: Deformacije ob šivih, Tekstilec - Ljubljana, 26 (1983) 4, 25-30
- [56] U. Schmid, J. Mecheels: Kräfte an Textilien und Nähte der Kleidung in Abhängigkeit von Körperbewegungen und Kleidungsschnitt, Bekleidung + Wäsche, 33 (1981) 2, 77-82
- [57] R. Heckner: Die Gewebeschiebefestigkeit, Bekleidung + Wäsche, 33 (1981) 1, 11-15
- [58] C. Trajković: Uticaj svojstava materijala i parametara šivenja na jačinu u deformaciju šavova, Tekstilna industrija - Beograd, 42 (1994) 1-6, 45-49
- [59] W. Rausch, G. Tränkle u. a.: Bekleidungstechnische schriftenreihe, Band 8, Verarbeitbarkeit von Geweben und Maschenwaren, Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie E. V., Berlin, 1974, 52-82
- [60] V. K. Midha, A. Mukhopadhyay: Studies on the changes tensile properties of sewing thread at different sewing stages, Textile Research Journal, 79 (2009) 13, 1155-1167
- [61] R. Nestler, J. Ader: Über das Nähverhalten syntetischer Nähfäden, Bekleidung und Maschenwaren, 14 (1975) 6, 253-255
- [62] E. Mosinski, F. Krowatschek, R. Drossard: Bekleidungstechnische Schiftenreihe, Band 7, Ursachen von Nähschäden bei Maschenwaren, Forschungsgemeinschaft Bekleidungs-industrie E. V., Berlin, 1973, 1-32

- [63] J. Geršak, B. Knez: Određivanje temperature šivaćih igala u procesu šivanja odjeće, *Tekstil*, 34 (1985) 9, 669-680
- [64] A. Gurarda, B. Meric, Sewing needle penetration forces and elastane fiber damage during the sewing of cotton/elastane woven fabrics, *Textile Research Journal*, 75 (2005) 8, 628-633
- [65] J. L. Hu, L. Ma, B. George, W. S.-K. Wong, W. Zhang, Modelling multi-layer seam puckering, *Textile Research Journal*, 76 (2006) 9, 665-673
- [66] C. L. Hui, S. F. Ng, Predicting seam performance of commercial woven fabrics using multiple logarithm regression and artificial neural networks, *Textile Research Journal*, 79 (2009) 18, 1649-1657
- [67] D. Z. Pavlinić, J. Geršak, J. Demšar, I. Bratko, Predicting seam appearance quality, *Textile Research Journal*, 76 (2006) 3, 235-242
- [68] K. Yildirim, Predicting seam opening behavior of woven seat fabrics, *Textile Research Journal*, 80 (2010) 5, 472-480
- [69] N. Midha, M. Korkmaz, D. Baspinar, Investigation of the techniques decreasing the seam slippage in chenille fabrics (Part II), *Textile Research Journal*, 81 (2011) 20, 2075-2018
- [70] P. Prvan, B. Knez: Utjecaj tkanine, tipa šivanog šava i finoće konca na čvrstoću šavova na odjeći, *Tekstil*, 42 (1993) 10, 539-545
- [71] Diana Germanova-Krasteva, Hristo Petrov: Investigation on the seam's quality by sewing of light fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 20 (2008) 1, 57-64
- [72] J. Geršak, B. Knez: Određivanje čvrstoće švanih šavova na odjeći, *Tekstil*, 40 (1991) 8, 361-368
- [73] J. Geršak, B. Knez: Tehničko-tehnološki parametri konca i njihov utjecaj na čvrstoću odjevnih šavova, *Tekstil*, 41 (1992) 5, 211-218
- [74] G. Sundaresan; P.K. Hari; K.R. Salhotra: Strength reduction of sewing threads during high speed sewing in an industrial lockstitch machine: Part I: Mechanism of thread strength reduction, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9 (1997) 5, 334-345
- [75] Vaida Dobilaite, Milda Juciene: The influence of mechanical properties of sewing threads on seam pucker, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 18 (2006) 5, 335-345
- [76] A. Alamdar-Yazdi, J. Amirbayat: Evaluation of the basic low stress mechanical properties (bending, shearing and tensile), *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 12 No. 5, 2000, pp. 311-330
- [77] J. Geršak: Study of relationship between fabric elastic potential and garment appearance quality, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol. 16 No. 1/2, 2004, pp. 238-251
- [78] SRPS F.A0.102 Tekstil - Označavanje pređe i konca u teks-sistemu, 1981
- [79] ISO 1139 Textiles - Designation of yarns, 1973
- [80] SRPS F.C0.011 Tekstilni proizvodi ravnih površina (tkanine, pletiva i proizvodi sličnog oblika-metražna roba) - Tehnički uslovi, 1981
- [81] SRPS F.C0.012 Tekstil - Metražna roba - tkanine - Izbor osnovnih karakteristika, 1986
- [82] ISO 2959 Textiles - Woven fabric descriptions, 2011
- [83] <http://www.pfaff-industrial.com> - tehničke informacije šivaćih mašina Pfaff
- [84] <https://www.groz-beckert.com> - tehničke informacije šivaćih igala Groz-Beckert
- [85] SRPS EN 12751 Tekstil - Uzimanje uzoraka za ispitivanje vlakana, pređe i tekstilnih površina, 2008
- [86] SRPS EN ISO 2060 Tekstil -Pređa u namotajima - Određivanje podužne mase (masa po jedinici dužine) metodom kanure, 2012
- [87] SRPS EN ISO 2061 Tekstil - Određivanje uvoja u predi - Metoda direktnog brojanja (identičan sa ISO 2061:1972), 1994
- [88] SRPS EN ISO 2062 Tekstil - Pređa iz namotaja - Određivanje prekidne sile i prekidnog izduženja pojedinačnih niti upotrebom uređaja sa konstantnom brzinom istezanja (CRE), 2012
- [89] SRPS ISO 7211-5 Tekstil - Tkanine - Konstrukcija - Metode analiza - Deo 5: Određivanje linearne gustine pređe iz tkanine, 2005
- [90] DIN 53830-3Prüfung von Textilien - Bestimmung der Feinheit von Garnen und Zwirnen - Einfache Garne und Zwirne, texturierte Garne - Abschnittverfahren,1981

- [91] SRPS F.S2.016 Tekstil - Metražna roba - Određivanje mase po jedinici dužine i jedinici površine, 1986
- [92] BS EN 12127 Textiles. Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples, 1998
- [93] SRPS EN 1049-2 Tekstil - Tkanine - Konstrukcija - Metode analize - Deo 2: Određivanje broja niti po jedinici dužine, 2009
- [94] ISO 7211-1 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 1: Methods for the presentation of a weave diagram and plans for drafting, denting and lifting, 1984
- [95] ISO 7211-2 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 2: Determination of number of threads per unit length, 1984
- [96] ISO 7211-3 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 3: Determination of crimp of yarn in fabric, 1984
- [97] ISO 7211-4 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 4: Determination of twist in yarn removed from fabric, 1984
- [98] ISO 7211-5 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 5: Determination of linear density of yarn removed from fabric, 1984
- [99] ISO 7211-6 Textiles - Woven fabrics - Construction - Methods of analysis - Part 6: Determination of the mass of warp and weft per unit area of fabric, 1984
- [100] SRPS EN ISO 5084 Tekstil - Određivanje debljine tekstila i tekstilnih proizvoda, 2013
- [101] ASTM D 1777 Standard Test Method for Thickness of Textile Materials, 2011
- [102] SRPS EN ISO 13934-1 Tekstil - Zatezna svojstva tekstilnih površina - Deo 1: Određivanje najveće sile i izduženja pri toj sili upotrebom epruvete u obliku trake, 2008
- [103] SRPS EN ISO 13935-1 Tekstil - Svojstvo zatezanja šavova tekstilnih površina i konfekcijskih tekstilnih proizvoda - Deo 1: Određivanje najveće sile do prekida šavova upotrebom metode sa trakom, 2012
- [104] SRPS EN ISO 13935-2 Tekstil - Svojstvo zatezanja šavova tekstilnih površina i konfekcijskih tekstilnih proizvoda - Deo 2: Određivanje najveće sile do prekida šavova upotrebom "grab" metode (metode zahvata), 2012
- [105] SRPS EN ISO 13936-1 Tekstil - Određivanje otpornosti prema razdvajanju pređe uz šav tkanine - Deo 1: Metoda otvaranja učvršćenog šava, 2010
- [106] SRPS EN ISO 13936-2 Tekstil - Određivanje otpornosti prema razdvajanju pređe uz šav tkanine - Deo 2: Metoda definisanog opterećenja, 2010
- [107] V. Simonović: Fizičko ispitivanje tekstila, DITT leskovačkog basena i Nagradni fond tekstilaca "Vilem Pušman", Leskovac, 1971
- [108] V. Čepujnoska: Statistička kontrola na kvalitetot vo tekstilnoto proizvodstvo, Univerzitet "Kiril i Metodij", Skopje, 1987
- [109] Tehničke informacije proizvođača laboratorijskih uređaja i instrumenata za ispitivanje tekstila (Metefem - Mađarska, Denver Instrument - USA, Uster - Švajcarska, Mesdan - Italija, Karl Schröder - Nemačka, Zwick - Nemačka)
- [110] SRPS EN ISO 139 Tekstil - Standardne atmosfere za kondicioniranje i ispitivanje, 2007
- [111] Nenad Ćirković, Jovan Stepanović, Vasilije Petrović, Daniela Barbulov-Popov: Projecting breaking forces of sewed seams, 4<sup>TH</sup> TEXTEH International conference, Bucharest, Romania, June 23-24, 2011., Book of proceedings: Textile research-active factor for increasing performance and competitiveness (304-313)
- [112] Daniela Barbulov-Popov, Nenad Ćirković, Jovan Stepanović, Mirjana Reljić: The analysis of the parameters that influence the seam strength, Industria Textila, Romania, 63 (2012) 3, 131-136
- [113] Daniela B-Popov, Vasilije Petrović & Nenad Ćirković: The analysis of the main parameters on the strength of sewed seams, Book of proceedings: 4<sup>th</sup> International Scientific-Professional Symposium Textile Science & Economy, Zagreb, Croatia, 26<sup>th</sup> January 2011. (155-158)
- [114] N. Ćirković, C. Trajković, V. Gligorijević: Uticaj promene ugla između pravca osnovinih-potkinih žica tkanina i linije šivenja na osobine šavova, VI Simpozijum "Savremene tehnologije i privredni razvoj", Leskovac, 21 i 22. oktobar 2005., Zbornik radova, 329 - 336
- [115] C. Trajković, N. Ćirković: Jačinske karakteristike šavova dobijenih šivenjem odevnih elastičnih tkanina, VII Simpozijum "Savremene tehnologije i privredni razvoj", Leskovac, 19-20. 10. 2007., Zbornik radova 18, 211-221

- [116] Daniela Barbulov-Popov, Nenad Ćirković, Jovan Stepanović: The influence of stitch density and of the type of sewing thread on seam strength, Tem Journal Technology, Education, Managment, Informatics, UIKTEN Association for Information Communication Technology Education and Science, Serbia, 1 (2012) 2, 104-110
- [117] V. K. Midha, A. Mukhopadhyay, R. Chattopadhyay, V.K. Kothari, Effect of Process and Machine Parameters on Changes in Tensile Properties of Threads during High-speed Industrial Sewing, Textile Research Journal, April 2010; vol. 80, 6: pp. 491-507.
- [118] Ch. K. Park, J. Y. Ha, A Process for Optimizing Sewing Conditions to Minimize Seam Pucker Using the Taguchi Method, Textile Research Journal, March 2005; vol. 75, 3: pp. 245-252.
- [119] A. Gurarda, Investigation of the Seam Performance of PET/Nylon-elastane Woven Fabrics, Textile Research Journal, January 2008; vol. 78, 1: pp. 21-27.
- [120] N. Pasayev, M. Korkmaz, D. Baspinar, Investigation of the techniques decreasing the seam slippage in chenille fabrics (Part I), Textile Research Journal, June 2012; vol. 82, 9: pp. 855-863.
- [121] N. Pasayev, M. Korkmaz, D. Baspinar, Investigation of the techniques decreasing the seam slippage in chenille fabrics (Part II), Textile Research Journal, 2012; vol. 81 (20): pp. 2075-2081.
- [122] M. Karahan, N. Karahan, Y. Ulcay, R. Eren, G. Kaynak, Investigation into the Tensile Properties of Stitched and Unstitched Woven Aramid/Vinyl Ester Composites, Textile Research Journal, June 2010; vol. 80, 10: pp. 880-891.
- [123] J. Skelton, Comparison and Selection of Materials for Air-Supported Structures, Journal of Industrial Textiles, April 1972; vol. 1, 4: pp. 208-220.
- [124] J. Skelton, The Seaming of Lightweight Coated Fabrics, Journal of Industrial Textiles, October 1971; vol. 1, 2: pp. 86-100.

## 6. Prilog

Legenda oznaka:

|                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Ao1, Ao2, ...                     | - oznaka uzorka šava,                                                              |
| A, B, ...                         | - oznaka vrste tkanine,                                                            |
| o, p                              | - linija šava normalna na pravac osnove odnosno potke,                             |
| $\alpha$ (°)                      | - ugao između linije šava i pravca osnove (potke),                                 |
| $G_b$ (cm <sup>-1</sup> )         | - gustina boda na 1 cm šava,                                                       |
| $N_i$ (-)                         | - numera igle,                                                                     |
| $F_{ak}$ (N)                      | - prekidna sila konca,                                                             |
| $\epsilon_k$ (%)                  | - prekidno izduženje konca,                                                        |
| $F_{ek}$ (N)                      | - sila na granici elastičnosti konca,                                              |
| $\epsilon_{ek}$ (%)               | - izduženje na granici elastičnosti konca,                                         |
| $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$ (-) | - koeficijent odnosa sile na granici elastičnosti konca i prekidne sile konca,     |
| $F_{at}$ (N)                      | - prekidna sila tkanine,                                                           |
| $F_{rat}$ (N·cm <sup>-1</sup> )   | - relativna prekidna sila tkanine,                                                 |
| $\epsilon_t$ (%)                  | - prekidno izduženje tkanine,                                                      |
| $F_{et}$ (N)                      | - sila na granici elastičnosti tkanine,                                            |
| $F_{ret}$ (N·cm <sup>-1</sup> )   | - relativna sila na granici elastičnosti tkanine,                                  |
| $\epsilon_{et}$ (%)               | - izduženje na granici elastičnosti tkanine,                                       |
| $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$ (-) | - koeficijent odnosa sile na granici elastičnosti tkanine i prekidne sile tkanine, |

|                                                     |                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $b$ (cm)                                            | - širina epruvete šivenog uzorka,                                                                                                       |
| $F_{aš}$ (N)                                        | - prekidna sila šava,                                                                                                                   |
| $F_{rš}$ (N·cm <sup>-1</sup> )                      | - relativna prekidna sila šava,                                                                                                         |
| $\epsilon_{š}$ (%)                                  | - prekidno izduženje šava,                                                                                                              |
| $F_{ašb}$ (N)                                       | - prekidna sila šava po jednom bodu,                                                                                                    |
| $E_{š} = \frac{F_{aš}}{F_{at}} \cdot 100$ (%)       | - efikasnost šava,                                                                                                                      |
| $f_{ršp} = F_{ak} \cdot G_b$ (N·cm <sup>-1</sup> )  | - faktor prekidne sile šava,                                                                                                            |
| $k_{š} = \frac{F_{rš}}{f_{ršp}}$ (-)                | - koeficijent korekcije koji prestavlja odnos relativne prekidne sile šava i faktora prekidne sile šava,                                |
| $F_{eš}$ (N)                                        | - sila na granici elastičnosti šava,                                                                                                    |
| $F_{reš}$ (N·cm <sup>-1</sup> )                     | - relativna sila na granici elastičnosti šava,                                                                                          |
| $F_{ešb} = \frac{F_{reš}}{G_b}$ (N)                 | - sila na granici elastičnosti šava po jednom bodu,                                                                                     |
| $\epsilon_{eš}$ (%)                                 | - izduženje na granici elastičnosti šava,                                                                                               |
| $A_{eš}$ (J)                                        | - potreban rad za savlađivanje sile do granice elastičnosti šava,                                                                       |
| $F_{ešb} = \frac{F_{reš}}{G_b}$ (N)                 | - sila na granici elastičnosti šava po jednom bodu,                                                                                     |
| $E_{eš} = \frac{F_{reš}}{F_{ret}} \cdot 100$ (%)    | - efikasnost šava na granici elastičnosti,                                                                                              |
| $f_{rešp} = F_{ek} \cdot G_b$ (N·cm <sup>-1</sup> ) | - faktor sile na granici elastičnosti šava,                                                                                             |
| $k_{eš} = \frac{F_{reš}}{f_{rešp}}$ (-)             | - koeficijent korekcije koji predstavlja odnos relativne sile na granici elastičnosti šava i faktora sile na granici elastičnosti šava, |
| $k_l = \frac{F_{reš}}{F_{rš}}$ (-)                  | - koeficijent korekcije koji predstavlja odnos relativne sile na granici elastičnosti šava i relativne prekidne sile šava,              |
| ST1, ST2, ...                                       | - oznaka konca (ranijih istraživanja [11,104]).                                                                                         |

Tabela 1. Rezultati mehaničkih karakteristika šivanih konaca, tkanina i šavova sa bodom tipa 301

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $C_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{int}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{at}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Go1    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 3.99                         | 100   | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Io1    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 3.98                         | 100   | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io2    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 4.05                         | 90    | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io3    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 4.11                         | 80    | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Ao1    | -               | 2     | 301 | 1.01.01    | 4.2                          | 90    | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 423.44          | 84.688                             | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Ho6    | -               | 2     | 301 | 1.01.01    | 3.96                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Go2    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 3.88                         | 100   | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Io4    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 3.98                         | 100   | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io5    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 4.01                         | 90    | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io6    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 4.06                         | 80    | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Co2    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.64                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                               |
| Go3    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.5                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Io7    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.63                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io8    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.54                         | 90    | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io9    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.75                         | 80    | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io10   | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 3.16                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io11   | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.81                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Io12   | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.81                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Ko2    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 3.87                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Ao2    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 3.55                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 423.44          | 84.688                             | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Do1    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 3.57                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| Do2    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 4.45                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| Do3    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 5.38                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| EO1    | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 4.18                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 475.43          | 95.086                             | 6.33                   | 347.02          | 69.404                             | 5.073                     | 0.7299                               |
| Fo1    | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 4.5                          | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Fo14   | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 3.86                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Fo15   | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 4.79                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Fo7    | -               | 7     | 301 | 1.01.01    | 4.29                         | 90    | 7.641           | 5.31                   | 3.417           | 2.886                     | 0.4472                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Go4    | -               | 8     | 301 | 1.01.01    | 3.76                         | 100   | 27.34           | 19.28                  | 2.239           | 1.488                     | 0.0819                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Fo8    | -               | 10    | 301 | 1.01.01    | 4.35                         | 90    | 8.491           | 18.38                  | 1.059           | 1.5                       | 0.1247                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Go5    | -               | 11    | 301 | 1.01.01    | 3.74                         | 100   | 37.09           | 23.99                  | 11.506          | 8.297                     | 0.3102                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Go7    | -               | 12    | 301 | 1.01.01    | 3.68                         | 100   | 27.73           | 22.33                  | 8.848           | 7.722                     | 0.3191                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Bo4    | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 3.88                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo19   | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 3.14                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo20   | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 5.7                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Go8    | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 3.69                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Go9    | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 2.9                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |
| Go10   | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 5.13                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 728.23          | 145.646                            | 18.94                  | 542.63          | 108.526                            | 16.144                    | 0.7451                               |

Nastavak tabele 1.

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{int}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{et}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Lo4    | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 3.76                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                            | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ao3    | -               | 14    | 301 | 1.01.01    | 4.03                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 423.44          | 84.688                             | 5.72                   | 353.64          | 70.728                            | 4.973                     | 0.8352                               |
| Ho25   | -               | 14    | 301 | 1.01.01    | 3.78                         | 80    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                           | 9.423                     | 0.7802                               |
| Ho26   | -               | 14    | 301 | 1.01.01    | 3.81                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                           | 9.423                     | 0.7802                               |
| Fo9    | -               | 15    | 301 | 1.01.01    | 4.11                         | 90    | 10.21           | 20.75                  | 4.408           | 10.696                    | 0.4317                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                           | 5.22                      | 0.7703                               |
| Gp1    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 4.16                         | 100   | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 551.34          | 110.268                            | 8.17                   | 327.13          | 65.426                            | 5.794                     | 0.5933                               |
| Ip1    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 4.26                         | 100   | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ip2    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 4.36                         | 90    | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ip3    | -               | 1     | 301 | 1.01.01    | 4.13                         | 80    | 16.1            | 6.83                   | 13.48           | 5.97                      | 0.8373                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ap1    | -               | 2     | 301 | 1.01.01    | 4.18                         | 90    | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 304.01          | 60.802                             | 11.01                  | 213.41          | 42.682                            | 8.912                     | 0.702                                |
| Hp6    | -               | 2     | 301 | 1.01.01    | 4.24                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                           | 14.931                    | 0.6744                               |
| Gp2    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 4.06                         | 100   | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 551.34          | 110.268                            | 8.17                   | 327.13          | 65.426                            | 5.794                     | 0.5933                               |
| Ip4    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 4.31                         | 100   | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ip5    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 4.34                         | 90    | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ip6    | -               | 3     | 301 | 1.01.01    | 4.34                         | 80    | 25.27           | 6.77                   | 6.33            | 1.84                      | 0.2505                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Cp2    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.97                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                            | 6.889                     | 0.8148                               |
| Gp3    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.81                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 551.34          | 110.268                            | 8.17                   | 327.13          | 65.426                            | 5.794                     | 0.5933                               |
| Ip7    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.84                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ip8    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.92                         | 90    | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Ip9    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.88                         | 80    | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                             | 5.465                     | 0.3218                               |
| Kp2    | -               | 4     | 301 | 1.01.01    | 4.02                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                            | 7.412                     | 0.7671                               |
| Ap2    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 3.16                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 304.01          | 60.802                             | 11.01                  | 213.41          | 42.682                            | 8.912                     | 0.702                                |
| Dp1    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 3.65                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 270.49          | 54.098                             | 10.86                  | 208.05          | 41.61                             | 9.792                     | 0.7692                               |
| Dp2    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 4.12                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 270.49          | 54.098                             | 10.86                  | 208.05          | 41.61                             | 9.792                     | 0.7692                               |
| Dp3    | -               | 5     | 301 | 1.01.01    | 5.77                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 270.49          | 54.098                             | 10.86                  | 208.05          | 41.61                             | 9.792                     | 0.7692                               |
| Ep1    | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 4.41                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 373.98          | 74.796                             | 11.38                  | 252.28          | 50.456                            | 9.194                     | 0.6746                               |
| Fp1    | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 4.72                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                            | 6.846                     | 0.4697                               |
| Fp14   | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 3.82                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                            | 6.846                     | 0.4697                               |
| Fp15   | -               | 6     | 301 | 1.01.01    | 4.94                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                            | 6.846                     | 0.4697                               |
| Fp7    | -               | 7     | 301 | 1.01.01    | 4.53                         | 90    | 7.641           | 5.31                   | 3.417           | 2.886                     | 0.4472                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                            | 6.846                     | 0.4697                               |
| Fp8    | -               | 10    | 301 | 1.01.01    | 4.58                         | 90    | 8.491           | 18.38                  | 1.059           | 1.5                       | 0.1247                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                            | 6.846                     | 0.4697                               |
| Gp5    | -               | 11    | 301 | 1.01.01    | 3.86                         | 100   | 37.09           | 23.99                  | 11.506          | 8.297                     | 0.3102                               | 551.34          | 110.268                            | 8.17                   | 327.13          | 65.426                            | 5.794                     | 0.5933                               |
| Gp7    | -               | 12    | 301 | 1.01.01    | 3.92                         | 100   | 27.73           | 22.33                  | 8.848           | 7.722                     | 0.3191                               | 551.34          | 110.268                            | 8.17                   | 327.13          | 65.426                            | 5.794                     | 0.5933                               |
| Bp4    | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.3                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                             | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp19   | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 3.3                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                             | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp20   | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 5.7                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                             | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp4    | -               | 13    | 301 | 1.01.01    | 3.9                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                             | 8.257                     | 0.6933                               |
| Ap3    | -               | 14    | 301 | 1.01.01    | 4.03                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 304.01          | 60.802                             | 11.01                  | 213.41          | 42.682                            | 8.912                     | 0.702                                |

Nastavak tabele 1.

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}}$ | $F_{ek}$<br>(N) | $F_{int}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$ |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Hp4    | -               | 14    | 301 | 1.01.01    | 4.22                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                        | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                        |
| Fp9    | -               | 15    | 301 | 1.01.01    | 4.39                         | 90    | 10.21           | 20.75                  | 4.408           | 10.696                    | 0.4317                        | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                        |
| Bo47   | 90 (os-os)      | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.06                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo31   | 80              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo32   | 70              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo33   | 60              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo34   | 50              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.09                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo35   | 40              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.19                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo36   | 30              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo37   | 20              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.09                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bo38   | 10              | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.09                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                             |
| Bp48   | 0 (po-po)       | 13    | 301 | 1.01.01    | 4.08                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | -               | -                                  | -                      | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | -                             |
| Co10   | -               | 4     | 301 | 1.06.01    | 4.41                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                        |
| Io21   | -               | 4     | 301 | 1.06.01    | 4.62                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                        |
| Ko9    | -               | 4     | 301 | 1.06.01    | 3.82                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| EO6    | -               | 6     | 301 | 1.06.01    | 3.86                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 475.43          | 95.086                             | 6.33                   | 347.02          | 69.404                             | 5.073                     | 0.7299                        |
| FO6    | -               | 6     | 301 | 1.06.01    | 3.96                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                        |
| Bo7    | -               | 13    | 301 | 1.06.01    | 3.82                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                        |
| Lo14   | -               | 13    | 301 | 1.06.01    | 3.72                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                        |
| Cp10   | -               | 4     | 301 | 1.06.01    | 4.37                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                        |
| Ip21   | -               | 4     | 301 | 1.06.01    | 4.71                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                              | 5.465                     | 0.3218                        |
| Kp9    | -               | 4     | 301 | 1.06.01    | 3.97                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                        |
| Ep6    | -               | 6     | 301 | 1.06.01    | 4.18                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 373.98          | 74.796                             | 11.38                  | 252.28          | 50.456                             | 9.194                     | 0.6746                        |
| Fp6    | -               | 6     | 301 | 1.06.01    | 3.74                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                        |
| Bp7    | -               | 13    | 301 | 1.06.01    | 4.18                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                        |
| Lp14   | -               | 13    | 301 | 1.06.01    | 3.92                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                        |
| Co4    | -               | 4     | 301 | 1.06.02    | 4.53                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                        |
| Io16   | -               | 4     | 301 | 1.06.02    | 4.77                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.257742                      |
| Ko4    | -               | 4     | 301 | 1.06.02    | 3.96                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| Cp4    | -               | 4     | 301 | 1.06.02    | 4.62                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                        |
| Ip16   | -               | 4     | 301 | 1.06.02    | 5.11                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                              | 5.465                     | 0.3218                        |
| Kp4    | -               | 4     | 301 | 1.06.02    | 3.96                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                        |
| Co5    | -               | 4     | 301 | 1.06.03    | 5.26                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                        |
| Io17   | -               | 4     | 301 | 1.06.03    | 5.8                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                        |
| Ko5    | -               | 4     | 301 | 1.06.03    | 4.38                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| Cp5    | -               | 4     | 301 | 1.06.03    | 5.48                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                        |
| Ip17   | -               | 4     | 301 | 1.06.03    | 5.41                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                              | 5.465                     | 0.3218                        |



Nastavak tabele 1.

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}}$ | $F_{at}$<br>(N) | $F_{int}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$ |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Kp5    | -               | 4     | 301 | 1.06.03    | 4.84                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                        |
| Co9    | -               | 4     | 301 | 1.07.01    | 3.27                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                        |
| Ko8    | -               | 4     | 301 | 1.07.01    | 3.77                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| Bo6    | -               | 13    | 301 | 1.07.01    | 3.78                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                        |
| Lo13   | -               | 13    | 301 | 1.07.01    | 3.67                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                        |
| Cp9    | -               | 4     | 301 | 1.07.01    | 4.54                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                        |
| Kp8    | -               | 4     | 301 | 1.07.01    | 3.9                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                        |
| Bp6    | -               | 13    | 301 | 1.07.01    | 3.98                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                        |
| Lp13   | -               | 13    | 301 | 1.07.01    | 3.87                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                        |
| Co7    | -               | 4     | 301 | 1.20.01    | 4.43                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                        |
| Ko6    | -               | 4     | 301 | 1.20.01    | 3.72                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| Cp7    | -               | 4     | 301 | 1.20.01    | 4.51                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                        |
| Kp6    | -               | 4     | 301 | 1.20.01    | 3.81                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                        |
| Ho10   | -               | 2     | 301 | 1.23.01    | 3.94                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                        | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                        |
| Co3    | -               | 4     | 301 | 1.23.01    | 4.42                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                        |
| Io13   | -               | 4     | 301 | 1.23.01    | 3.08                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                        |
| Io14   | -               | 4     | 301 | 1.23.01    | 4.7                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                        |
| Io15   | -               | 4     | 301 | 1.23.01    | 4.62                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                        |
| Ko3    | -               | 4     | 301 | 1.23.01    | 3.77                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| Bo5    | -               | 13    | 301 | 1.23.01    | 3.73                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                        |
| Lo5    | -               | 13    | 301 | 1.23.01    | 3.66                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                        |
| Ho5    | -               | 14    | 301 | 1.23.01    | 3.77                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                        | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                        |
| Hp10   | -               | 2     | 301 | 1.23.01    | 4.58                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                        | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                        |
| Kp3    | -               | 4     | 301 | 1.23.01    | 3.92                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                        |
| Bp5    | -               | 13    | 301 | 1.23.01    | 4.04                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                        |
| Lp5    | -               | 13    | 301 | 1.23.01    | 3.83                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                        |
| Hp5    | -               | 14    | 301 | 1.23.01    | 3.94                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                        | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                        |
| Ho9    | -               | 2     | 301 | 2.01.02    | 4.1                          | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                        | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                        |
| Io18   | -               | 4     | 301 | 2.01.02    | 4.56                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                        | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                        |
| Ko10   | -               | 4     | 301 | 2.01.02    | 3.82                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.49347                       | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                        |
| Bo2    | -               | 6     | 301 | 2.01.02    | 4.49                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 475.43          | 95.086                             | 6.33                   | 347.02          | 69.404                             | 5.073                     | 0.7299                        |
| Fo2    | -               | 6     | 301 | 2.01.02    | 5.23                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                        |
| Fo16   | -               | 6     | 301 | 2.01.02    | 3.79                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                        |
| Fo17   | -               | 6     | 301 | 2.01.02    | 4.85                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                        | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                        |
| Bo1    | -               | 13    | 301 | 2.01.02    | 3.98                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                        |
| Lo1    | -               | 13    | 301 | 2.01.02    | 3.75                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                        | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                        |
| Ho1    | -               | 14    | 301 | 2.01.02    | 3.86                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                        | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                        |

Nastavak tabele 1.

| Uzorci                     | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{int}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|----------------------------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Hp9                        | -               | 2     | 301 | 2.01.02    | 4.22                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ip18                       | -               | 4     | 301 | 2.01.02    | 4.66                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                              | 5.465                     | 0.3218                               |
| Kp10                       | -               | 4     | 301 | 2.01.02    | 3.96                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                               |
| Ep2                        | -               | 6     | 301 | 2.01.02    | 4.62                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 373.98          | 74.796                             | 11.38                  | 252.28          | 50.456                             | 9.194                     | 0.6746                               |
| Fp2                        | -               | 6     | 301 | 2.01.02    | 4.27                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                               |
| Bp1                        | -               | 13    | 301 | 2.01.02    | 4.28                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp1                        | -               | 13    | 301 | 2.01.02    | 3.88                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Hp1                        | -               | 14    | 301 | 2.01.02    | 4.02                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ho7                        | -               | 2     | 301 | 2.02.01    | 4                            | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Co8                        | -               | 4     | 301 | 2.02.01    | 4.55                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                               |
| Io19                       | -               | 4     | 301 | 2.02.01    | 4.56                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Ko7                        | -               | 4     | 301 | 2.02.01    | 3.76                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Do4                        | -               | 5     | 301 | 2.02.01    | 3.37                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| Do5                        | -               | 5     | 301 | 2.02.01    | 4.28                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| Do6                        | -               | 5     | 301 | 2.02.01    | 5.34                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| EO3                        | -               | 6     | 301 | 2.02.01    | 4.31                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 475.43          | 95.086                             | 6.33                   | 347.02          | 69.404                             | 5.073                     | 0.7299                               |
| Fo3                        | -               | 6     | 301 | 2.02.01    | 4.32                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Bo2                        | -               | 13    | 301 | 2.02.01    | 3.79                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo2                        | -               | 13    | 301 | 2.02.01    | 3.68                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho2                        | -               | 14    | 301 | 2.02.01    | 3.86                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Hp7                        | -               | 2     | 301 | 2.02.01    | 4.57                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Cp8                        | -               | 4     | 301 | 2.02.01    | 4.64                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                               |
| Ip19                       | -               | 4     | 301 | 2.02.01    | 4.92                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                              | 5.465                     | 0.3218                               |
| Kp7                        | -               | 4     | 301 | 2.02.01    | 3.86                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                               |
| Dp4                        | -               | 5     | 301 | 2.02.01    | 3.27                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 270.49          | 54.098                             | 10.86                  | 208.05          | 41.61                              | 9.792                     | 0.7692                               |
| Dp5                        | -               | 5     | 301 | 2.02.01    | 4.09                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 270.49          | 54.098                             | 10.86                  | 208.05          | 41.61                              | 9.792                     | 0.7692                               |
| Dp6                        | -               | 5     | 301 | 2.02.01    | 5.12                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 270.49          | 54.098                             | 10.86                  | 208.05          | 41.61                              | 9.792                     | 0.7692                               |
| Ep3                        | -               | 6     | 301 | 2.02.01    | 4.45                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 373.98          | 74.796                             | 11.38                  | 252.28          | 50.456                             | 9.194                     | 0.6746                               |
| Fp3                        | -               | 6     | 301 | 2.02.01    | 4.7                          | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                               |
| Bp2                        | -               | 13    | 301 | 2.02.01    | 4                            | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp2                        | -               | 13    | 301 | 2.02.01    | 3.92                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Hp2                        | -               | 14    | 301 | 2.02.01    | 4.24                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Bo49 <sub>90 (os-os)</sub> | -               | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.05                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo39                       | 80              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.06                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo40                       | 70              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo41                       | 60              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.08                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo42                       | 50              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.12                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo43                       | 40              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.13                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |

Nastavak tabele 1.

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ek}$<br>(N) | $\varepsilon_{ek}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{rat}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Bo44   | 30              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.06                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo45   | 20              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bo46   | 10              | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | -                                    |
| Bp50   | 0 (po-po)       | 13    | 301 | 2.02.01    | 4.13                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | -               | -                                  | -                      | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | -                                    |
| Ho8    | -               | 2     | 301 | 2.02.03    | 3.99                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Co1    | -               | 4     | 301 | 2.02.03    | 4.68                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                               |
| Io20   | -               | 4     | 301 | 2.02.03    | 4.35                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 916.81          | 183.362                            | 13.32                  | 236.3           | 47.26                              | 3.75                      | 0.2577                               |
| Ko1    | -               | 4     | 301 | 2.02.03    | 3.9                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Eo4    | -               | 6     | 301 | 2.02.03    | 4.36                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 475.43          | 95.086                             | 6.33                   | 347.02          | 69.404                             | 5.073                     | 0.7299                               |
| Fo4    | -               | 6     | 301 | 2.02.03    | 4.22                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Bo3    | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 3.7                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo21   | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 3.13                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo22   | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 5.6                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo3    | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 3.74                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho3    | -               | 14    | 301 | 2.02.03    | 3.9                          | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Hp8    | -               | 2     | 301 | 2.02.03    | 4.25                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ip20   | -               | 4     | 301 | 2.02.03    | 4.99                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 932.03          | 186.406                            | 17.15                  | 299.9           | 59.98                              | 5.465                     | 0.3218                               |
| Kp1    | -               | 4     | 301 | 2.02.03    | 4.06                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                               |
| Ep4    | -               | 6     | 301 | 2.02.03    | 4.65                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 373.98          | 74.796                             | 11.38                  | 252.28          | 50.456                             | 9.194                     | 0.6746                               |
| Fp4    | -               | 6     | 301 | 2.02.03    | 4.58                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                               |
| Bp3    | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 3.92                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp21   | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 3.08                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp22   | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 6.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp3    | -               | 13    | 301 | 2.02.03    | 3.9                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Hp3    | -               | 14    | 301 | 2.02.03    | 4.02                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Eo5    | -               | 6     | 301 | 4.08.02    | 4.76                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 475.43          | 95.086                             | 6.33                   | 347.02          | 69.404                             | 5.073                     | 0.7299                               |
| Ep5    | -               | 6     | 301 | 4.08.02    | 4.86                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 373.98          | 74.796                             | 11.38                  | 252.28          | 50.456                             | 9.194                     | 0.6746                               |

Tabela 2. Rezultati mehaničkih karakteristika šivanih konaca, tkanina i šavova sa bodom tipa 301.504

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod     | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ek}$<br>(N) | $\varepsilon_{ek}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{rat}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|---------|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Co11   | -               | 4     | 301.504 | 1.01.01    | 4.05                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1081.05         | 216.21                             | 7.98                   | 892.07          | 178.414                            | 6.943                     | 0.8252                               |
| Ko11   | -               | 4     | 301.504 | 1.01.01    | 3.72                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Ao4    | -               | 5     | 301.504 | 1.01.01    | 3.44                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 423.44          | 84.688                             | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Cp11   | -               | 4     | 301.504 | 1.01.01    | 4.15                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 462.73          | 92.546                             | 8.03                   | 377.03          | 75.406                             | 6.889                     | 0.8148                               |
| Kp11   | -               | 4     | 301.504 | 1.01.01    | 3.72                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                            | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                               |
| Ap4    | -               | 5     | 301.504 | 1.01.01    | 3.32                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 304.01          | 60.802                             | 11.01                  | 213.41          | 42.682                             | 8.912                     | 0.702                                |

Tabela 3. Rezultati mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova sa bodom tipa 401

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $C_h$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{mt}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Ao5    | -               | 2     | 401 | 1.01.01    | 4.14                         | 90    | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 423.44          | 84.688                            | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Ho19   | -               | 2     | 401 | 1.01.01    | 3.96                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 1545.5          | 309.1                             | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Jo4    | -               | 4     | 401 | 1.01.01    | 4.04                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1670.81         | 334.162                           | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Ko12   | -               | 4     | 401 | 1.01.01    | 4.11                         | 100   | 16.89           | 5.654                  | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                           | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Ao6    | -               | 5     | 401 | 1.01.01    | 4.2                          | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 423.44          | 84.688                            | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Do7    | -               | 5     | 401 | 1.01.01    | 4.24                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 577.76          | 115.552                           | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| Ao9    | -               | 9     | 401 | 1.01.01    | 4.05                         | 90    | 10.01           | 17.89                  | 1.385           | 2.5                       | 0.1384                               | 423.44          | 84.688                            | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Bo11   | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 4.04                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                            | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo23   | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 3.04                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                            | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo24   | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 5.1                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                            | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo9    | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 3.96                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                           | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ao7    | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 4.15                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 423.44          | 84.688                            | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Ho14   | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 3.94                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                             | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Ho21   | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 3.85                         | 80    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                             | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Ho23   | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 4.04                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                             | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Ao10   | -               | 15    | 401 | 1.01.01    | 4.16                         | 90    | 10.21           | 20.75                  | 4.408           | 10.696                    | 0.4317                               | 423.44          | 84.688                            | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Ap5    | -               | 2     | 401 | 1.01.01    | 4.06                         | 90    | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 304.01          | 60.802                            | 11.01                  | 213.41          | 42.682                             | 8.912                     | 0.702                                |
| Hp19   | -               | 2     | 401 | 1.01.01    | 3.99                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                           | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Jp4    | -               | 4     | 401 | 1.01.01    | 4.14                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 879.66          | 175.932                           | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Kp12   | -               | 4     | 401 | 1.01.01    | 4.03                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                           | 8.89                   | 486.56          | 97.312                             | 7.412                     | 0.7671                               |
| Ap6    | -               | 5     | 401 | 1.01.01    | 4.02                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 304.01          | 60.802                            | 11.01                  | 213.41          | 42.682                             | 8.912                     | 0.702                                |
| Ap9    | -               | 9     | 401 | 1.01.01    | 4.06                         | 90    | 10.01           | 17.89                  | 1.385           | 2.5                       | 0.1384                               | 304.01          | 60.802                            | 11.01                  | 213.41          | 42.682                             | 8.912                     | 0.702                                |
| Bp11   | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 4                            | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                            | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp23   | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 3.09                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                            | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp24   | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 5.04                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                            | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp9    | -               | 13    | 401 | 1.01.01    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                            | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Ap7    | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 4.03                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 304.01          | 60.802                            | 11.01                  | 213.41          | 42.682                             | 8.912                     | 0.702                                |
| Hp14   | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 4.04                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                           | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Hp21   | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 4.04                         | 80    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                           | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Hp23   | -               | 14    | 401 | 1.01.01    | 4.11                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                           | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ap10   | -               | 15    | 401 | 1.01.01    | 4.06                         | 90    | 10.21           | 20.75                  | 4.408           | 10.696                    | 0.4317                               | 304.01          | 60.802                            | 11.01                  | 213.41          | 42.682                             | 8.912                     | 0.702                                |
| Jo10   | -               | 4     | 401 | 1.06.01    | 4                            | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1670.81         | 334.162                           | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Bo14   | -               | 13    | 401 | 1.06.01    | 3.94                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                            | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo16   | -               | 13    | 401 | 1.06.01    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                           | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Jp10   | -               | 4     | 401 | 1.06.01    | 4.04                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 879.66          | 175.932                           | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Bp14   | -               | 13    | 401 | 1.06.01    | 4.03                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                            | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp16   | -               | 13    | 401 | 1.06.01    | 4.07                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                            | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |



Nastavak table 3.

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_{ak}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ak}}{F_{ak}^{ek}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Jo6    | -               | 4     | 401 | 1.06.02    | 4.18                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Jp6    | -               | 4     | 401 | 1.06.02    | 4.26                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Jo7    | -               | 4     | 401 | 1.06.03    | 4.26                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Jp7    | -               | 4     | 401 | 1.06.03    | 4.26                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Jo9    | -               | 4     | 401 | 1.07.01    | 4.13                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Bo13   | -               | 13    | 401 | 1.07.01    | 4.06                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo15   | -               | 13    | 401 | 1.07.01    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Jp9    | -               | 4     | 401 | 1.07.01    | 4.11                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Bp13   | -               | 13    | 401 | 1.07.01    | 4.06                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp15   | -               | 13    | 401 | 1.07.01    | 4.24                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Jo8    | -               | 4     | 401 | 1.12.01    | 4.08                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Jp8    | -               | 4     | 401 | 1.12.01    | 4.17                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Ho20   | -               | 2     | 401 | 1.23.01    | 4.02                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                                    | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Jo5    | -               | 4     | 401 | 1.23.01    | 4.03                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Fo13   | -               | 6     | 401 | 1.23.01    | 4.04                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                                    | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Bo12   | -               | 13    | 401 | 1.23.01    | 4.01                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo10   | -               | 13    | 401 | 1.23.01    | 4.01                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho15   | -               | 14    | 401 | 1.23.01    | 3.97                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                                    | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Hp20   | -               | 2     | 401 | 1.23.01    | 4                            | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                                    | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Jp5    | -               | 4     | 401 | 1.23.01    | 4.06                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Bp12   | -               | 13    | 401 | 1.23.01    | 3.96                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp10   | -               | 13    | 401 | 1.23.01    | 4.05                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Hp15   | -               | 14    | 401 | 1.23.01    | 4.02                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                                    | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ho16   | -               | 2     | 401 | 2.01.02    | 3.98                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                                    | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Fo10   | -               | 6     | 401 | 2.01.02    | 4.14                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                                    | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Bo8    | -               | 13    | 401 | 2.01.02    | 4.03                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo6    | -               | 13    | 401 | 2.01.02    | 4.09                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho11   | -               | 14    | 401 | 2.01.02    | 3.98                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                                    | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Fp10   | -               | 6     | 401 | 2.01.02    | 4.11                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                                    | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                               |
| Bp8    | -               | 13    | 401 | 2.01.02    | 4.1                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp6    | -               | 13    | 401 | 2.01.02    | 4.14                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                                    | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Hp11   | -               | 14    | 401 | 2.01.02    | 4.07                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                                    | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ho17   | -               | 2     | 401 | 2.02.01    | 4.01                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                                    | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Jo1    | -               | 4     | 401 | 2.02.01    | 4.06                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                                    | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Do8    | -               | 5     | 401 | 2.02.01    | 4.24                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                                    | 577.76          | 115.552                            | 6.13                   | 460.02          | 92.004                             | 5.01                      | 0.7962                               |
| Fo11   | -               | 6     | 401 | 2.02.01    | 4.16                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                                    | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |

Nastavak tabele 3.

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ek}$<br>(N) | $\varepsilon_{ek}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{rat}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Bo9    | -               | 13    | 401 | 2.02.01    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo7    | -               | 13    | 401 | 2.02.01    | 4                            | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho12   | -               | 14    | 401 | 2.02.01    | 4.02                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Hp17   | -               | 2     | 401 | 2.02.01    | 3.99                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Jp1    | -               | 4     | 401 | 2.02.01    | 4.1                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Fp11   | -               | 6     | 401 | 2.02.01    | 4.18                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 295.04          | 59.008                             | 9.71                   | 138.57          | 27.714                             | 6.846                     | 0.4697                               |
| Bp9    | -               | 13    | 401 | 2.02.01    | 4.04                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp7    | -               | 13    | 401 | 2.02.01    | 4.12                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                             | 10.4                   | 307.45          | 61.49                              | 8.257                     | 0.6933                               |
| Hp12   | -               | 14    | 401 | 2.02.01    | 3.95                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Ho18   | -               | 2     | 401 | 2.02.03    | 4                            | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Jo3    | -               | 4     | 401 | 2.02.03    | 4.07                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1670.81         | 334.162                            | 11.38                  | 1407.78         | 281.556                            | 10.308                    | 0.8426                               |
| Fo12   | -               | 6     | 401 | 2.02.03    | 4.25                         | 90    | 9.744           | 6.79                   | 3.15            | 2.58                      | 0.3233                               | 736.23          | 147.246                            | 6.11                   | 567.12          | 113.424                            | 5.22                      | 0.7703                               |
| Bo10   | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 4.03                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo25   | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 3.08                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo26   | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 5.19                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo8    | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho13   | -               | 14    | 401 | 2.02.03    | 3.98                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Ho22   | -               | 14    | 401 | 2.02.03    | 4.03                         | 80    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Ho24   | -               | 14    | 401 | 2.02.03    | 4.04                         | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                              | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                            | 9.423                     | 0.7802                               |
| Hp18   | -               | 2     | 401 | 2.02.03    | 4.01                         | 100   | 9.148           | 5.68                   | 7.77            | 4.878                     | 0.8494                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Jp3    | -               | 4     | 401 | 2.02.03    | 4.12                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 879.66          | 175.932                            | 9.83                   | 786.43          | 157.286                            | 9.242                     | 0.894                                |
| Bp10   | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 4.02                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp25   | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 3.16                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp26   | -               | 13    | 401 | 2.02.03    | 5.22                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                             | 17.41                  | 345.2           | 69.04                              | 7.8                       | 0.3993                               |
| Hp13   | -               | 14    | 401 | 2.02.03    | 3.98                         | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Hp22   | -               | 14    | 401 | 2.02.03    | 4.04                         | 80    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |
| Hp24   | -               | 14    | 401 | 2.02.03    | 4.1                          | 90    | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 985.13          | 197.026                            | 21.03                  | 664.34          | 132.868                            | 14.931                    | 0.6744                               |

Tabela 4. Rezultati mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova sa bodom tipa 401.504

| Uzorci | $\alpha$<br>(°) | Konac | Bod     | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ek}$<br>(N) | $\varepsilon_{ek}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{rat}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-------|---------|------------|------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Ko13   | -               | 4     | 401.504 | 1.01.01    | 4.26                         | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Ko15   | -               | 4     | 401.504 | 1.01.01    | 4.1                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                            | 7.88                   | 815.6           | 163.12                             | 6.664                     | 0.7901                               |
| Ao8    | -               | 5     | 401.504 | 1.01.01    | 4.38                         | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 423.44          | 84.688                             | 5.72                   | 353.64          | 70.728                             | 4.973                     | 0.8352                               |
| Bo17   | -               | 13    | 401.504 | 1.01.01    | 3.9                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo29   | -               | 13    | 401.504 | 1.01.01    | 2.66                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                             | 19.27                  | 847.04          | 169.408                            | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo12   | -               | 13    | 401.504 | 1.01.01    | 3.51                         | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                            | 13.23                  | 468.82          | 93.764                             | 11.191                    | 0.6976                               |

Nastavak tabele 4.

| Uzorci | $\alpha$<br>( $^{\circ}$ ) | Konac | Bod     | Vrsta šava | $G_b$<br>( $\text{cm}^{-1}$ ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ek}$<br>(N) | $\varepsilon_{ek}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{rat}$<br>( $\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>( $\text{N}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|----------------------------|-------|---------|------------|-------------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Kp13   | -                          | 4     | 401.504 | 1.01.01    | 4.36                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                                        | 8.89                   | 486.56          | 97.312                                         | 7.412                     | 0.7671                               |
| Kp15   | -                          | 4     | 401.504 | 1.01.01    | 4.11                          | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                                        | 8.89                   | 486.56          | 97.312                                         | 7.412                     | 0.7671                               |
| Ap8    | -                          | 5     | 401.504 | 1.01.01    | 4.36                          | 90    | 11.56           | 4.32                   | 2.822           | 1.085                     | 0.2441                               | 304.01          | 60.802                                         | 11.01                  | 213.41          | 42.682                                         | 8.912                     | 0.702                                |
| Bp17   | -                          | 13    | 401.504 | 1.01.01    | 4.02                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                                         | 17.41                  | 345.2           | 69.04                                          | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp29   | -                          | 13    | 401.504 | 1.01.01    | 2.76                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                                         | 17.41                  | 345.2           | 69.04                                          | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp12   | -                          | 13    | 401.504 | 1.01.01    | 3.92                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                                         | 10.4                   | 307.45          | 61.49                                          | 8.257                     | 0.6933                               |
| Bo18   | -                          | 13    | 401.504 | 1.23.01    | 3.96                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                                         | 19.27                  | 847.04          | 169.408                                        | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo30   | -                          | 13    | 401.504 | 1.23.01    | 4.76                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                                         | 19.27                  | 847.04          | 169.408                                        | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bp18   | -                          | 13    | 401.504 | 1.23.01    | 4.38                          | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                                         | 17.41                  | 345.2           | 69.04                                          | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp30   | -                          | 13    | 401.504 | 1.23.01    | 4.8                           | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                                         | 17.41                  | 345.2           | 69.04                                          | 7.8                       | 0.3993                               |

Tabela 5. Rezultati mehaničkih karakteristika šivaćih konaca, tkanina i šavova sa bodom tipa 504

| Uzorci | $\alpha$<br>( $^{\circ}$ ) | Konac | Bod | Vrsta šava | $G_b$<br>(cm $^{-1}$ ) | $N_i$ | $F_{ak}$<br>(N) | $\varepsilon_k$<br>(%) | $F_{ek}$<br>(N) | $\varepsilon_{ek}$<br>(%) | $k_k = \frac{F_{ek}}{F_{ak}}$<br>(-) | $F_{at}$<br>(N) | $F_{rat}$<br>(N·cm $^{-1}$ ) | $\varepsilon_t$<br>(%) | $F_{et}$<br>(N) | $F_{ret}$<br>(N·cm $^{-1}$ ) | $\varepsilon_{et}$<br>(%) | $k_t = \frac{F_{et}}{F_{at}}$<br>(-) |
|--------|----------------------------|-------|-----|------------|------------------------|-------|-----------------|------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Ko14   | -                          | 4     | 504 | 1.01.01    | 3.97                   | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 1032.24         | 206.448                      | 7.88                   | 815.6           | 163.12                       | 6.664                     | 0.7901                               |
| Bo15   | -                          | 13    | 504 | 1.01.01    | 4.07                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                       | 19.27                  | 847.04          | 169.408                      | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo27   | -                          | 13    | 504 | 1.01.01    | 2.78                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                       | 19.27                  | 847.04          | 169.408                      | 13.268                    | 0.6652                               |
| Lo11   | -                          | 13    | 504 | 1.01.01    | 3.92                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 672.06          | 134.412                      | 13.23                  | 468.82          | 93.764                       | 11.191                    | 0.6976                               |
| Ho27   | -                          | 14    | 504 | 1.01.01    | 4.5                    | 100   | 13.8            | 20.36                  | 4.297           | 7.749                     | 0.3114                               | 1545.5          | 309.1                        | 11.53                  | 1205.78         | 241.156                      | 9.423                     | 0.7802                               |
| Kp14   | -                          | 4     | 504 | 1.01.01    | 4.1                    | 100   | 16.89           | 5.65                   | 8.334           | 3.26                      | 0.4934                               | 634.26          | 126.852                      | 8.89                   | 486.56          | 97.312                       | 7.412                     | 0.7671                               |
| Bp15   | -                          | 13    | 504 | 1.01.01    | 4.26                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                       | 17.41                  | 345.2           | 69.04                        | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp27   | -                          | 13    | 504 | 1.01.01    | 2.86                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                       | 17.41                  | 345.2           | 69.04                        | 7.8                       | 0.3993                               |
| Lp11   | -                          | 13    | 504 | 1.01.01    | 4.1                    | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 443.47          | 88.694                       | 10.4                   | 307.45          | 61.49                        | 8.257                     | 0.6933                               |
| Bo16   | -                          | 13    | 504 | 1.23.01    | 4.11                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                       | 19.27                  | 847.04          | 169.408                      | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bo28   | -                          | 13    | 504 | 1.23.01    | 5.95                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 1273.3          | 254.66                       | 19.27                  | 847.04          | 169.408                      | 13.268                    | 0.6652                               |
| Bp16   | -                          | 13    | 504 | 1.23.01    | 4.47                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                       | 17.41                  | 345.2           | 69.04                        | 7.8                       | 0.3993                               |
| Bp28   | -                          | 13    | 504 | 1.23.01    | 5.71                   | 100   | 17.02           | 22.93                  | 5.155           | 8.194                     | 0.3029                               | 864.6           | 172.92                       | 17.41                  | 345.2           | 69.04                        | 7.8                       | 0.3993                               |

Tabela 6. Rezultati mehaničkih karakteristika šavova (prema tabeli 1)

| Uzorci | $F_{is}$<br>(N) | $F_{is}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{isb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{is}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{isp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{is}}{f_{isp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{gb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{k_1}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| Go1    | 402.59          | 80.518                            | 14.39                  | 20.18            | 55.283                                         | 64.239                                                | 1.2534                                | 297.41          | 59.482                             | 11.961                    | 2.9039          | 14.908                                | 54.809                                              | 53.785                                                 | 1.1059                                     | 0.7387                             |
| Io1    | 362.91          | 72.582                            | 6.45                   | 18.237           | 39.584                                         | 64.078                                                | 1.1327                                | 206.4           | 41.28                              | 4.129                     | 0.709           | 10.372                                | 87.347                                              | 53.65                                                  | 0.7694                                     | 0.5687                             |
| Io2    | 406.97          | 81.394                            | 7.35                   | 20.097           | 44.39                                          | 65.205                                                | 1.2483                                | 224.54          | 44.908                             | 4.376                     | 0.82            | 11.088                                | 95.023                                              | 54.594                                                 | 0.8226                                     | 0.5517                             |
| Io3    | 358.63          | 71.726                            | 6.52                   | 17.452           | 39.117                                         | 66.171                                                | 1.0839                                | 207.41          | 41.482                             | 4.248                     | 0.7084          | 10.093                                | 87.774                                              | 55.403                                                 | 0.7487                                     | 0.5783                             |
| Ao1    | 218.55          | 43.71                             | 4.46                   | 10.407           | 51.613                                         | 38.422                                                | 1.1376                                | 174.61          | 34.922                             | 3.811                     | 0.5861          | 8.315                                 | 49.375                                              | 32.634                                                 | 1.0701                                     | 0.7989                             |
| Ho6    | 260.13          | 52.026                            | 4.03                   | 13.138           | 16.831                                         | 36.226                                                | 1.4361                                | 197.12          | 39.424                             | 3.34                      | 0.5211          | 9.956                                 | 16.348                                              | 30.769                                                 | 1.2813                                     | 0.7578                             |
| Go2    | 451.28          | 90.256                            | 14.29                  | 23.262           | 61.969                                         | 98.048                                                | 0.9205                                | 342.22          | 68.444                             | 12.034                    | 3.4768          | 17.64                                 | 63.067                                              | 24.56                                                  | 2.7868                                     | 0.7583                             |
| Io4    | 429.7           | 85.94                             | 7.69                   | 21.593           | 46.869                                         | 100.575                                               | 0.8545                                | 205.9           | 41.18                              | 4.215                     | 0.7167          | 10.347                                | 87.135                                              | 25.193                                                 | 1.6346                                     | 0.4792                             |
| Io5    | 490.38          | 98.076                            | 9.14                   | 24.458           | 53.488                                         | 101.333                                               | 0.9677                                | 242.58          | 48.516                             | 5.272                     | 0.9636          | 12.099                                | 102.658                                             | 25.383                                                 | 1.9113                                     | 0.4947                             |
| Io6    | 509.99          | 101.998                           | 9.84                   | 25.123           | 55.627                                         | 102.596                                               | 0.9942                                | 251.3           | 50.26                              | 5.548                     | 1.0376          | 12.379                                | 106.348                                             | 25.7                                                   | 1.9557                                     | 0.4928                             |
| Co2    | 395.89          | 79.178                            | 5.58                   | 17.064           | 36.621                                         | 78.37                                                 | 1.0103                                | 319.96          | 63.992                             | 4.938                     | 1.1619          | 13.791                                | 35.867                                              | 38.67                                                  | 1.6548                                     | 0.8082                             |
| Go3    | 414.14          | 82.828                            | 14.03                  | 18.406           | 56.869                                         | 76.005                                                | 1.0898                                | 295.21          | 59.042                             | 11.331                    | 2.7694          | 13.12                                 | 54.406                                              | 37.503                                                 | 1.5743                                     | 0.7128                             |
| Io7    | 437.14          | 87.428                            | 8.54                   | 18.883           | 47.681                                         | 78.201                                                | 1.118                                 | 209.6           | 41.92                              | 4.947                     | 0.7761          | 9.054                                 | 88.701                                              | 38.586                                                 | 1.0864                                     | 0.4795                             |
| Io8    | 436.51          | 87.302                            | 8.19                   | 19.229           | 47.612                                         | 76.681                                                | 1.1385                                | 208.7           | 41.74                              | 4.739                     | 0.7117          | 9.194                                 | 88.3199                                             | 37.836                                                 | 1.1032                                     | 0.4781                             |
| Io9    | 440.76          | 88.152                            | 8.38                   | 18.558           | 48.075                                         | 80.228                                                | 1.0988                                | 221.33          | 44.266                             | 4.994                     | 0.8212          | 9.319                                 | 93.665                                              | 39.586                                                 | 1.1182                                     | 0.5022                             |
| Io10   | 308.92          | 61.784                            | 7.31                   | 19.552           | 33.695                                         | 53.372                                                | 1.1576                                | 249.17          | 49.834                             | 6.352                     | 1.1603          | 15.77                                 | 105.446                                             | 26.335                                                 | 1.8923                                     | 0.8066                             |
| Io11   | 387.43          | 77.486                            | 8.17                   | 16.109           | 42.258                                         | 81.241                                                | 0.9538                                | 228.27          | 45.654                             | 5.577                     | 0.951           | 9.491                                 | 96.602                                              | 40.087                                                 | 1.1389                                     | 0.5892                             |
| Io12   | 414.6           | 82.92                             | 8.51                   | 17.239           | 45.222                                         | 81.241                                                | 1.0207                                | 221.86          | 44.372                             | 5.424                     | 0.8842          | 9.225                                 | 93.889                                              | 40.087                                                 | 1.1069                                     | 0.5351                             |
| Ko2    | 374.01          | 74.802                            | 5.94                   | 19.329           | 36.233                                         | 65.364                                                | 1.1444                                | 226.2           | 45.24                              | 4.48                      | 0.7332          | 11.69                                 | 27.734                                              | 32.253                                                 | 1.4027                                     | 0.6048                             |
| Ao2    | 188.1           | 37.62                             | 4.46                   | 10.597           | 44.422                                         | 41.038                                                | 0.9167                                | 139.55          | 27.91                              | 3.636                     | 0.4391          | 7.862                                 | 39.461                                              | 10.018                                                 | 2.786                                      | 0.7419                             |
| Do1    | 194.98          | 38.996                            | 4.45                   | 10.923           | 33.748                                         | 41.269                                                | 0.9449                                | 148.93          | 29.786                             | 3.697                     | 0.4763          | 8.343                                 | 32.375                                              | 10.075                                                 | 2.9566                                     | 0.7638                             |
| Do2    | 241.74          | 48.348                            | 5.07                   | 10.865           | 41.841                                         | 51.442                                                | 0.9399                                | 210.98          | 42.196                             | 4.577                     | 0.8266          | 9.482                                 | 45.863                                              | 12.558                                                 | 3.3601                                     | 0.8728                             |
| Do3    | 269.5           | 53.9                              | 6.07                   | 10.019           | 46.646                                         | 62.193                                                | 0.8667                                | 177.27          | 35.454                             | 4.432                     | 0.6634          | 6.59                                  | 38.535                                              | 15.182                                                 | 2.3352                                     | 0.6578                             |
| Eo1    | 209.09          | 41.818                            | 4.39                   | 10.004           | 43.979                                         | 40.73                                                 | 1.0267                                | 152.55          | 30.51                              | 3.556                     | 0.4574          | 7.299                                 | 43.96                                               | 13.167                                                 | 2.3172                                     | 0.7296                             |
| Fo1    | 223.58          | 44.716                            | 3.78                   | 9.937            | 30.368                                         | 43.848                                                | 1.0198                                | 134.43          | 26.886                             | 2.811                     | 0.3189          | 5.975                                 | 23.704                                              | 14.175                                                 | 1.8967                                     | 0.6013                             |
| Fo14   | 205.14          | 41.028                            | 3.92                   | 10.629           | 27.864                                         | 37.612                                                | 1.0908                                | 147.16          | 29.432                             | 3.229                     | 0.388           | 7.625                                 | 25.949                                              | 12.159                                                 | 2.4206                                     | 0.7174                             |
| Fo15   | 205.29          | 41.058                            | 3.71                   | 8.572            | 27.884                                         | 46.674                                                | 0.8797                                | 122.53          | 24.506                             | 2.755                     | 0.2786          | 5.116                                 | 21.606                                              | 15.088                                                 | 1.6242                                     | 0.5967                             |
| Fo7    | 166.54          | 33.308                            | 3.15                   | 7.764            | 22.621                                         | 32.78                                                 | 1.0161                                | 89.57           | 17.914                             | 2.059                     | 0.1731          | 4.176                                 | 15.794                                              | 14.659                                                 | 1.2221                                     | 0.5378                             |
| Go4    | 499.26          | 99.852                            | 15.57                  | 26.556           | 68.558                                         | 102.798                                               | 0.9713                                | 341.34          | 68.268                             | 12.321                    | 3.5579          | 18.156                                | 62.905                                              | 8.419                                                  | 8.1091                                     | 0.6837                             |
| Fo8    | 220.07          | 44.014                            | 3.74                   | 10.118           | 29.891                                         | 36.936                                                | 1.1916                                | 120.9           | 24.18                              | 2.558                     | 0.2776          | 5.559                                 | 21.318                                              | 4.607                                                  | 5.2489                                     | 0.5494                             |
| Go5    | 565.38          | 113.076                           | 16.46                  | 30.234           | 77.638                                         | 138.717                                               | 0.8152                                | 402.22          | 80.444                             | 13.158                    | 4.4257          | 21.509                                | 74.124                                              | 43.032                                                 | 1.8694                                     | 0.7114                             |
| Go7    | 431.92          | 86.384                            | 14.63                  | 23.474           | 59.311                                         | 102.046                                               | 0.8465                                | 318.38          | 63.676                             | 12.064                    | 3.2692          | 17.303                                | 58.673                                              | 32.561                                                 | 1.9556                                     | 0.7371                             |
| Bo4    | 299.79          | 59.958                            | 5.76                   | 15.453           | 23.544                                         | 66.038                                                | 0.9079                                | 253.98          | 50.796                             | 5.022                     | 1.1759          | 13.092                                | 29.984                                              | 20.001                                                 | 2.5396                                     | 0.8472                             |
| Bo19   | 231.96          | 46.392                            | 5.19                   | 14.774           | 18.217                                         | 53.443                                                | 0.8681                                | 145.45          | 29.09                              | 3.603                     | 0.4794          | 9.264                                 | 17.172                                              | 16.187                                                 | 1.7972                                     | 0.627                              |
| Bo20   | 373.19          | 74.638                            | 6.81                   | 13.094           | 29.309                                         | 97.014                                                | 0.7694                                | 279.09          | 55.818                             | 5.527                     | 1.3374          | 9.793                                 | 32.949                                              | 29.384                                                 | 1.8996                                     | 0.7478                             |
| Go8    | 250.84          | 50.168                            | 10.09                  | 13.596           | 34.445                                         | 62.804                                                | 0.7988                                | 201.91          | 40.382                             | 8.559                     | 1.6131          | 10.944                                | 37.21                                               | 19.022                                                 | 2.1229                                     | 0.8049                             |
| Go9    | 195.69          | 39.138                            | 9.2                    | 13.496           | 26.872                                         | 49.358                                                | 0.7929                                | 121.67          | 24.334                             | 6.266                     | 0.764           | 8.391                                 | 22.422                                              | 14.95                                                  | 1.6277                                     | 0.6217                             |
| Go10   | 343.38          | 68.676                            | 10.97                  | 13.387           | 47.153                                         | 87.313                                                | 0.7866                                | 229.47          | 45.894                             | 8.767                     | 1.8877          | 8.946                                 | 42.288                                              | 26.445                                                 | 1.7354                                     | 0.6683                             |



Nastavak table 6.

| Uzorci | $F_{is}$<br>(N) | $F_{is}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{isp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{is}}{f_{isp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{k_1}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| Lo4    | 257.03          | 51.406                            | 9.17                   | 13.672           | 38.245                                         | 63.995                                                | 0.8033                                | 175.02          | 35.004                             | 7.615                     | 0.9368          | 9.31                                   | 37.332                                              | 19.383                                                 | 1.8059                                     | 0.6809                             |
| Ao3    | 302.79          | 60.558                            | 5.97                   | 15.027           | 71.507                                         | 55.614                                                | 1.0889                                | 229.66          | 45.932                             | 4.932                     | 0.943           | 11.398                                 | 64.942                                              | 17.317                                                 | 2.6524                                     | 0.7585                             |
| Ho25   | 294.2           | 58.84                             | 4.36                   | 15.566           | 19.036                                         | 52.164                                                | 1.128                                 | 207.33          | 41.466                             | 3.411                     | 0.5846          | 10.97                                  | 17.195                                              | 16.243                                                 | 2.5529                                     | 0.7047                             |
| Ho26   | 295.53          | 59.106                            | 4.26                   | 15.513           | 19.122                                         | 52.578                                                | 1.1242                                | 245             | 49                                 | 3.746                     | 0.7383          | 12.861                                 | 20.319                                              | 16.372                                                 | 2.993                                      | 0.829                              |
| Fo9    | 172.76          | 34.552                            | 3.23                   | 8.407            | 23.465                                         | 41.963                                                | 0.8234                                | 159.33          | 31.866                             | 3.063                     | 0.4224          | 7.753                                  | 28.095                                              | 18.117                                                 | 1.7589                                     | 0.9222                             |
| Gp1    | 335.99          | 67.198                            | 7.33                   | 16.153           | 60.941                                         | 66.976                                                | 1.0033                                | 220.36          | 44.072                             | 5.619                     | 0.9454          | 10.594                                 | 67.362                                              | 56.072                                                 | 0.7859                                     | 0.6559                             |
| Ip1    | 271.67          | 54.334                            | 6.42                   | 12.754           | 29.148                                         | 68.586                                                | 0.7922                                | 217.53          | 43.506                             | 5.541                     | 0.909           | 10.213                                 | 72.534                                              | 57.425                                                 | 0.7576                                     | 0.8007                             |
| Ip2    | 282             | 56.4                              | 6.45                   | 12.936           | 30.257                                         | 70.196                                                | 0.8035                                | 161.44          | 32.288                             | 4.411                     | 0.5846          | 7.406                                  | 53.831                                              | 58.773                                                 | 0.5494                                     | 0.5725                             |
| Ip3    | 275.35          | 55.07                             | 6.25                   | 13.334           | 29.543                                         | 66.493                                                | 0.8282                                | 203.97          | 40.794                             | 5.059                     | 0.8296          | 9.877                                  | 68.013                                              | 55.672                                                 | 0.7328                                     | 0.7408                             |
| Ap1    | 222.52          | 44.504                            | 10.54                  | 10.647           | 73.195                                         | 38.239                                                | 1.1638                                | 150.47          | 30.094                             | 8.143                     | 0.9994          | 7.2                                    | 70.507                                              | 32.479                                                 | 0.9266                                     | 0.6762                             |
| Hp6    | 212             | 42.4                              | 7.64                   | 10               | 21.52                                          | 38.788                                                | 1.0931                                | 139.62          | 27.924                             | 6.397                     | 0.6397          | 6.586                                  | 21.016                                              | 32.945                                                 | 0.8476                                     | 0.6586                             |
| Gp2    | 458.76          | 91.752                            | 8.02                   | 22.599           | 83.208                                         | 102.596                                               | 0.8943                                | 325.43          | 65.086                             | 6.294                     | 1.6358          | 16.031                                 | 99.48                                               | 25.7                                                   | 2.5325                                     | 0.7094                             |
| Ip4    | 434.9           | 86.98                             | 9.02                   | 20.181           | 46.662                                         | 108.914                                               | 0.7986                                | 273.38          | 54.676                             | 6.393                     | 1.3687          | 12.686                                 | 91.157                                              | 27.282                                                 | 2.0041                                     | 0.6286                             |
| Ip5    | 369.11          | 73.822                            | 9.37                   | 17.01            | 39.603                                         | 109.672                                               | 0.6731                                | 237.31          | 47.462                             | 7.383                     | 1.1727          | 10.936                                 | 79.13                                               | 27.472                                                 | 1.7276                                     | 0.6429                             |
| Ip6    | 477.07          | 95.414                            | 10.95                  | 21.985           | 51.186                                         | 109.672                                               | 0.87                                  | 268.78          | 53.756                             | 7.046                     | 1.1397          | 12.386                                 | 89.623                                              | 27.472                                                 | 1.9567                                     | 0.5634                             |
| Cp2    | 251.16          | 50.232                            | 12.21                  | 10.107           | 54.278                                         | 83.943                                                | 0.5984                                | 103.95          | 20.79                              | 5.282                     | 0.282           | 4.183                                  | 27.571                                              | 41.42                                                  | 0.5019                                     | 0.4139                             |
| Gp3    | 384.7           | 76.94                             | 7.08                   | 15.996           | 69.775                                         | 81.241                                                | 0.9471                                | 272.59          | 54.518                             | 5.606                     | 1.27            | 11.334                                 | 83.328                                              | 40.087                                                 | 1.3601                                     | 0.7086                             |
| Ip7    | 394.05          | 78.81                             | 9.61                   | 16.283           | 42.279                                         | 81.748                                                | 0.9641                                | 259.32          | 51.864                             | 7.183                     | 1.2882          | 10.716                                 | 86.469                                              | 40.337                                                 | 1.2858                                     | 0.6581                             |
| Ip8    | 393.66          | 78.732                            | 9.75                   | 16.002           | 42.237                                         | 83.099                                                | 0.9474                                | 213.46          | 42.692                             | 6.371                     | 0.9525          | 8.677                                  | 71.177                                              | 41.003                                                 | 1.0412                                     | 0.5422                             |
| Ip9    | 330.98          | 66.196                            | 8.48                   | 13.565           | 35.512                                         | 82.423                                                | 0.8031                                | 254.72          | 50.944                             | 7.182                     | 1.2934          | 10.439                                 | 84.935                                              | 40.67                                                  | 1.2526                                     | 0.7696                             |
| Kp2    | 259.4           | 51.88                             | 8.56                   | 12.905           | 40.898                                         | 67.898                                                | 0.7641                                | 140.85          | 28.17                              | 5.187                     | 0.5855          | 7.007                                  | 28.948                                              | 33.503                                                 | 0.8408                                     | 0.543                              |
| Ap2    | 184.84          | 36.968                            | 9.57                   | 11.699           | 60.801                                         | 36.53                                                 | 1.012                                 | 124.49          | 24.898                             | 7.853                     | 0.7882          | 7.879                                  | 58.334                                              | 8.918                                                  | 2.792                                      | 0.6735                             |
| Dp1    | 147.14          | 29.428                            | 9.72                   | 8.062            | 54.398                                         | 42.194                                                | 0.6974                                | 75.86           | 15.172                             | 6.776                     | 0.3853          | 4.157                                  | 36.462                                              | 10.3                                                   | 1.473                                      | 0.5156                             |
| Dp2    | 149.2           | 29.84                             | 10.12                  | 7.243            | 55.159                                         | 47.627                                                | 0.6265                                | 64.6            | 12.92                              | 6.038                     | 0.314           | 3.136                                  | 31.05                                               | 11.627                                                 | 1.1112                                     | 0.433                              |
| Dp3    | 185.36          | 37.072                            | 10.65                  | 6.425            | 68.527                                         | 66.701                                                | 0.5558                                | 84.77           | 16.954                             | 7.435                     | 0.5748          | 2.938                                  | 40.745                                              | 16.283                                                 | 1.0412                                     | 0.4573                             |
| Ep1    | 202.3           | 40.46                             | 7.83                   | 9.175            | 54.092                                         | 42.971                                                | 0.9416                                | 136.97          | 27.394                             | 6.084                     | 0.681           | 6.2118                                 | 54.293                                              | 13.892                                                 | 1.972                                      | 0.6771                             |
| Fp1    | 220.96          | 44.192                            | 9.79                   | 9.363            | 74.892                                         | 45.992                                                | 0.9609                                | 135.3           | 27.06                              | 7.563                     | 0.7538          | 5.733                                  | 97.64                                               | 14.868                                                 | 1.82                                       | 0.6123                             |
| Fp14   | 167.75          | 33.55                             | 7.22                   | 8.783            | 56.857                                         | 37.222                                                | 0.9013                                | 75.65           | 15.13                              | 4.437                     | 0.3008          | 3.961                                  | 54.593                                              | 12.033                                                 | 1.2574                                     | 0.451                              |
| Fp15   | 173.62          | 34.724                            | 6.89                   | 7.029            | 58.846                                         | 48.135                                                | 0.7214                                | 98.59           | 19.718                             | 4.755                     | 0.3999          | 3.991                                  | 71.148                                              | 15.561                                                 | 1.2671                                     | 0.5678                             |
| Fp7    | 136.61          | 27.322                            | 5.18                   | 6.031            | 46.302                                         | 34.614                                                | 0.7893                                | 80.87           | 16.174                             | 3.419                     | 0.2676          | 3.57                                   | 58.36                                               | 15.479                                                 | 1.0449                                     | 0.592                              |
| Fp8    | 166.1           | 33.22                             | 5.44                   | 7.253            | 56.297                                         | 38.889                                                | 0.8542                                | 105.55          | 21.11                              | 3.725                     | 0.3819          | 4.609                                  | 76.171                                              | 4.85                                                   | 4.3524                                     | 0.6355                             |
| Gp5    | 506.79          | 101.358                           | 8.56                   | 26.259           | 91.92                                          | 143.167                                               | 0.708                                 | 289.21          | 57.842                             | 5.617                     | 1.3889          | 14.985                                 | 88.408                                              | 44.413                                                 | 1.3024                                     | 0.5707                             |
| Gp7    | 399.44          | 79.888                            | 7.52                   | 20.38            | 72.449                                         | 108.702                                               | 0.7349                                | 287.41          | 57.482                             | 5.979                     | 1.4125          | 14.664                                 | 87.858                                              | 34.684                                                 | 1.6573                                     | 0.7195                             |
| Bp4    | 259.48          | 51.896                            | 6.87                   | 12.069           | 30.012                                         | 73.186                                                | 0.7091                                | 229.65          | 45.93                              | 6.325                     | 1.1591          | 10.681                                 | 66.527                                              | 22.166                                                 | 2.072                                      | 0.885                              |
| Bp19   | 213.56          | 42.712                            | 6.12                   | 12.943           | 24.7                                           | 56.166                                                | 0.7605                                | 129.01          | 25.802                             | 4.351                     | 0.477           | 7.819                                  | 37.373                                              | 17.012                                                 | 1.5167                                     | 0.6041                             |
| Bp20   | 298.41          | 59.682                            | 8.36                   | 10.471           | 34.514                                         | 97.014                                                | 0.6152                                | 201.76          | 40.352                             | 6.371                     | 0.9925          | 7.079                                  | 58.447                                              | 29.384                                                 | 1.3733                                     | 0.6761                             |
| Lp4    | 264.82          | 52.964                            | 11                     | 13.581           | 59.715                                         | 66.378                                                | 0.7979                                | 162.68          | 32.536                             | 8.036                     | 0.9097          | 8.343                                  | 52.913                                              | 20.104                                                 | 1.6183                                     | 0.6143                             |
| Ap3    | 220.54          | 44.108                            | 11.34                  | 10.945           | 72.544                                         | 55.614                                                | 0.7931                                | 184.59          | 36.918                             | 10.185                    | 1.4205          | 9.161                                  | 86.495                                              | 17.317                                                 | 2.1319                                     | 0.837                              |

Nastavak table 6.

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{cs}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{cs}$<br>(%) | $A_{cs}$<br>(J) | $F_{csb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{cs} = \frac{F_{res}}{F_{ret}}$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{cs} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Hp4    | 292.52          | 58.504                            | 10.02                  | 13.864           | 29.694                                         | 58.236                                                | 1.0046                                | 244.23          | 48.846                             | 8.612                     | 1.6823          | 11.575                                 | 36.763                                    | 18.133                                                 | 2.6937                                     | 0.8349                                  |
| Fp9    | 174.63          | 34.926                            | 5.85                   | 7.956            | 59.189                                         | 44.822                                                | 0.7792                                | 125.55          | 25.11                              | 4.134                     | 0.5241          | 5.72                                   | 90.604                                    | 19.351                                                 | 1.2976                                     | 0.7189                                  |
| Bo47   | 258.12          | 51.624                            | 5.6                    | 12.715           | -                                              | -                                                     | -                                     | 179.02          | 35.804                             | 4.214                     | 0.6789          | 8.819                                  | 21.135                                    | 20.929                                                 | 1.7107                                     | 0.6936                                  |
| Bo31   | 240.21          | 48.042                            | 7.29                   | 11.804           | -                                              | -                                                     | -                                     | 189.9           | 37.98                              | 6.049                     | 1.0366          | 9.332                                  | 22.419                                    | 20.981                                                 | 1.8102                                     | 0.7906                                  |
| Bo32   | 256.63          | 51.326                            | 10.69                  | 12.611           | -                                              | -                                                     | -                                     | 214.78          | 42.956                             | 9.418                     | 1.7132          | 10.554                                 | 25.357                                    | 20.981                                                 | 2.0474                                     | 0.8369                                  |
| Bo33   | 267.75          | 53.55                             | 12.43                  | 13.157           | -                                              | -                                                     | -                                     | 175.71          | 35.142                             | 9.477                     | 1.3635          | 8.634                                  | 20.744                                    | 20.981                                                 | 1.675                                      | 0.6562                                  |
| Bo34   | 180.54          | 36.108                            | 10.47                  | 8.828            | -                                              | -                                                     | -                                     | 140.08          | 28.016                             | 8.92                      | 1.0418          | 6.85                                   | 16.536                                    | 21.084                                                 | 1.3288                                     | 0.7759                                  |
| Bo35   | 244.36          | 48.872                            | 14.39                  | 11.664           | -                                              | -                                                     | -                                     | 195.74          | 39.148                             | 12.721                    | 1.8357          | 9.343                                  | 23.109                                    | 21.599                                                 | 1.8125                                     | 0.801                                   |
| Bo36   | 241.14          | 48.228                            | 12.62                  | 11.85            | -                                              | -                                                     | -                                     | 177.46          | 35.492                             | 10.453                    | 1.4552          | 8.72                                   | 20.951                                    | 20.981                                                 | 1.6916                                     | 0.7359                                  |
| Bo37   | 213.3           | 42.66                             | 10.53                  | 10.43            | -                                              | -                                                     | -                                     | 167.64          | 33.528                             | 8.903                     | 1.2294          | 8.198                                  | 19.791                                    | 21.084                                                 | 1.5902                                     | 0.7859                                  |
| Bo38   | 243.45          | 48.69                             | 8.61                   | 11.905           | -                                              | -                                                     | -                                     | 149.3           | 29.86                              | 6.01                      | 0.7633          | 7.301                                  | 17.626                                    | 21.084                                                 | 1.4162                                     | 0.6133                                  |
| Bp48   | 266.17          | 53.234                            | 7.29                   | 13.048           | -                                              | -                                                     | -                                     | 183.77          | 36.754                             | 5.694                     | 0.8465          | 9.008                                  | 53.236                                    | 21.032                                                 | 1.7475                                     | 0.6904                                  |
| Co10   | 353.52          | 70.704                            | 5.22                   | 16.033           | 32.702                                         | 74.485                                                | 0.9492                                | 252.13          | 50.426                             | 4.301                     | 0.835           | 11.434                                 | 28.263                                    | 36.753                                                 | 1.372                                      | 0.7132                                  |
| Io21   | 409.69          | 81.938                            | 7.89                   | 17.735           | 44.686                                         | 78.032                                                | 1.0501                                | 224.53          | 44.906                             | 4.948                     | 0.8471          | 9.72                                   | 95.019                                    | 38.503                                                 | 1.1663                                     | 0.548                                   |
| Ko9    | 359.75          | 71.95                             | 6.71                   | 18.835           | 34.851                                         | 64.52                                                 | 1.1152                                | 255.85          | 51.17                              | 5.649                     | 0.9722          | 13.395                                 | 31.37                                     | 31.836                                                 | 1.6073                                     | 0.7112                                  |
| EO6    | 199.9           | 39.98                             | 4.43                   | 10.358           | 42.046                                         | 37.612                                                | 1.063                                 | 163.95          | 32.79                              | 3.889                     | 0.5399          | 8.495                                  | 47.245                                    | 12.159                                                 | 2.6968                                     | 0.8202                                  |
| Fo6    | 198.77          | 39.754                            | 3.88                   | 10.039           | 26.998                                         | 38.586                                                | 1.0303                                | 140.7           | 28.14                              | 3.145                     | 0.3705          | 7.106                                  | 24.81                                     | 12.474                                                 | 2.2559                                     | 0.7079                                  |
| Bo7    | 307.5           | 61.5                              | 5.95                   | 16.099           | 24.15                                          | 65.016                                                | 0.9459                                | 176.83          | 35.366                             | 4.138                     | 0.6626          | 9.258                                  | 20.876                                    | 19.692                                                 | 1.7959                                     | 0.5751                                  |
| Lo14   | 299.31          | 59.862                            | 10.12                  | 16.092           | 44.536                                         | 63.314                                                | 0.9455                                | 190.44          | 38.088                             | 8.135                     | 1.1065          | 10.239                                 | 40.621                                    | 19.177                                                 | 1.9862                                     | 0.6363                                  |
| Cp10   | 288.8           | 57.76                             | 12.88                  | 13.217           | 62.412                                         | 73.809                                                | 0.7826                                | 154.98          | 30.996                             | 8.261                     | 1.4297          | 7.093                                  | 41.105                                    | 36.42                                                  | 0.8511                                     | 0.5366                                  |
| Ip21   | 351.29          | 70.258                            | 8.63                   | 14.917           | 37.691                                         | 79.552                                                | 0.8832                                | 286.96          | 57.392                             | 7.418                     | 1.5405          | 12.185                                 | 95.685                                    | 39.253                                                 | 1.4621                                     | 0.8169                                  |
| Kp9    | 293.76          | 58.752                            | 14.34                  | 14.799           | 46.315                                         | 67.053                                                | 0.8762                                | 169.18          | 33.836                             | 8.6                       | 0.9416          | 8.523                                  | 34.771                                    | 33.086                                                 | 1.0227                                     | 0.5759                                  |
| Ep6    | 204.8           | 40.96                             | 7.61                   | 9.799            | 54.762                                         | 40.73                                                 | 1.0056                                | 167.44          | 33.488                             | 7.824                     | 0.8967          | 8.011                                  | 66.371                                    | 13.167                                                 | 2.5433                                     | 0.8176                                  |
| Fp6    | 155.36          | 31.072                            | 5.22                   | 8.308            | 52.657                                         | 36.443                                                | 0.8526                                | 126.53          | 25.306                             | 4.491                     | 0.5095          | 6.766                                  | 91.311                                    | 11.781                                                 | 2.148                                      | 0.8144                                  |
| Bp7    | 272.13          | 54.426                            | 6.89                   | 13.021           | 31.475                                         | 71.144                                                | 0.765                                 | 227.67          | 45.534                             | 7.048                     | 1.1305          | 10.893                                 | 65.953                                    | 21.548                                                 | 2.1132                                     | 0.8366                                  |
| Lp14   | 263.73          | 52.746                            | 10.97                  | 13.456           | 59.467                                         | 66.718                                                | 0.7906                                | 163.28          | 32.656                             | 7.968                     | 0.9823          | 8.331                                  | 53.108                                    | 20.208                                                 | 1.616                                      | 0.6191                                  |
| Co4    | 394.8           | 78.96                             | 5.93                   | 17.43            | 36.52                                          | 76.512                                                | 1.032                                 | 352.47          | 70.494                             | 5.502                     | 1.3996          | 15.562                                 | 39.511                                    | 37.753                                                 | 1.8672                                     | 0.8928                                  |
| Io16   | 465.5           | 93.1                              | 8.43                   | 19.518           | 50.774                                         | 80.565                                                | 1.1556                                | 207.46          | 41.492                             | 4.493                     | 0.7095          | 8.699                                  | 87.795                                    | 39.753                                                 | 1.0437                                     | 0.4457                                  |
| Ko4    | 379.07          | 75.814                            | 5.91                   | 19.145           | 36.723                                         | 66.884                                                | 1.1335                                | 350.68          | 70.136                             | 5.727                     | 1.451           | 17.711                                 | 42.997                                    | 33.003                                                 | 2.1252                                     | 0.9251                                  |
| Cp4    | 308.06          | 61.612                            | 13.71                  | 13.336           | 66.574                                         | 78.032                                                | 0.7896                                | 64.02           | 12.804                             | 2.91                      | 0.1916          | 2.771                                  | 16.98                                     | 38.503                                                 | 0.3325                                     | 0.2078                                  |
| Ip16   | 331.84          | 66.368                            | 8.57                   | 12.988           | 35.604                                         | 86.308                                                | 0.769                                 | 239.8           | 47.96                              | 6.754                     | 1.2098          | 9.386                                  | 79.956                                    | 42.587                                                 | 1.1262                                     | 0.7226                                  |
| Kp4    | 258.57          | 51.714                            | 8.97                   | 13.059           | 40.767                                         | 66.884                                                | 0.7732                                | 151.99          | 30.398                             | 5.795                     | 0.6683          | 7.676                                  | 31.238                                    | 33.003                                                 | 0.9211                                     | 0.5878                                  |
| Co5    | 432.55          | 86.51                             | 5.94                   | 16.447           | 40.012                                         | 88.841                                                | 0.9738                                | 338.96          | 67.792                             | 4.937                     | 1.2935          | 12.888                                 | 37.997                                    | 43.837                                                 | 1.5465                                     | 0.7836                                  |
| Io17   | 361.09          | 72.218                            | 6.47                   | 12.451           | 39.385                                         | 97.962                                                | 0.7372                                | 203.55          | 40.71                              | 4.257                     | 0.6543          | 7.019                                  | 86.14                                     | 48.337                                                 | 0.8422                                     | 0.5637                                  |
| Ko5    | 427.58          | 85.516                            | 6.1                    | 19.524           | 41.423                                         | 73.978                                                | 1.156                                 | 342.38          | 68.476                             | 5.405                     | 1.2017          | 15.634                                 | 41.979                                    | 36.503                                                 | 1.8759                                     | 0.8007                                  |
| Cp5    | 199.78          | 39.956                            | 12.94                  | 7.291            | 43.174                                         | 92.557                                                | 0.4317                                | 54.07           | 10.814                             | 2.166                     | 0.1276          | 1.973                                  | 14.341                                    | 45.67                                                  | 0.2368                                     | 0.2706                                  |
| Ip17   | 377.5           | 75.5                              | 9.32                   | 13.956           | 40.503                                         | 91.375                                                | 0.8263                                | 228.01          | 45.602                             | 6.573                     | 1.0737          | 8.429                                  | 76.029                                    | 45.087                                                 | 1.0114                                     | 0.604                                   |

Nastavak table 6.

| Uzorci | $F_{is}$<br>(N) | $F_{is}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{is}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $\frac{F_{res}}{k_1 = \frac{F_{res}}{f_{resp}}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Kp5    | 267.68          | 53.536                            | 12.41                  | 11.061           | 42.204                                         | 81.748                                                | 0.6549                                | 130             | 26                                 | 7.273                     | 0.5958          | 5.372                                  | 26.718                                              | 40.337                                                 | 0.6446                                     | 0.4857                                                  |
| Co9    | 402.19          | 80.438                            | 6.02                   | 24.599           | 37.204                                         | 55.23                                                 | 1.4564                                | 332.91          | 66.582                             | 5.377                     | 1.2801          | 20.361                                 | 37.319                                              | 27.252                                                 | 2.4432                                     | 0.8277                                                  |
| Ko8    | 379.38          | 75.876                            | 7.09                   | 20.126           | 36.753                                         | 63.675                                                | 1.1916                                | 254.72          | 50.944                             | 5.824                     | 0.9657          | 13.513                                 | 31.231                                              | 31.419                                                 | 1.6214                                     | 0.6714                                                  |
| Bo6    | 270.84          | 54.168                            | 5.92                   | 14.33            | 21.271                                         | 64.336                                                | 0.842                                 | 212.08          | 42.416                             | 4.885                     | 0.9194          | 11.221                                 | 25.038                                              | 19.486                                                 | 2.1768                                     | 0.783                                                   |
| Lo13   | 296.55          | 59.31                             | 9.75                   | 16.161           | 44.126                                         | 62.463                                                | 0.9495                                | 242.88          | 48.576                             | 8.801                     | 1.5118          | 13.236                                 | 51.807                                              | 18.919                                                 | 2.5676                                     | 0.819                                                   |
| Cp9    | 345.9           | 69.18                             | 18.45                  | 15.238           | 74.752                                         | 76.681                                                | 0.9022                                | 66.26           | 13.252                             | 3.105                     | 0.2058          | 2.919                                  | 17.574                                              | 37.836                                                 | 0.3502                                     | 0.1916                                                  |
| Kp8    | 244.59          | 48.918                            | 13.13                  | 12.543           | 38.563                                         | 65.871                                                | 0.7426                                | 126.74          | 25.348                             | 7.994                     | 0.6193          | 6.499                                  | 26.048                                              | 32.503                                                 | 0.7799                                     | 0.5182                                                  |
| Bp6    | 253.51          | 50.702                            | 6.73                   | 12.739           | 29.321                                         | 67.74                                                 | 0.7485                                | 214.46          | 42.892                             | 5.929                     | 1.0614          | 10.777                                 | 62.126                                              | 20.517                                                 | 2.0906                                     | 0.846                                                   |
| Lp13   | 258.98          | 51.796                            | 11.59                  | 13.384           | 58.399                                         | 65.867                                                | 0.7864                                | 154.67          | 30.934                             | 7.417                     | 0.8958          | 7.993                                  | 50.307                                              | 19.95                                                  | 1.5506                                     | 0.59723                                                 |
| Co7    | 348.44          | 69.688                            | 5.42                   | 15.731           | 32.232                                         | 74.823                                                | 0.9314                                | 219.71          | 43.942                             | 4.094                     | 0.6973          | 9.919                                  | 24.629                                              | 36.92                                                  | 1.1902                                     | 0.6306                                                  |
| Ko6    | 358.45          | 71.69                             | 6.64                   | 19.272           | 34.725                                         | 62.831                                                | 1.141                                 | 340.71          | 68.142                             | 6.471                     | 1.4365          | 18.318                                 | 41.774                                              | 31.002                                                 | 2.198                                      | 0.9505                                                  |
| Cp7    | 284.86          | 56.972                            | 16.31                  | 12.632           | 61.561                                         | 76.174                                                | 0.7479                                | 61.58           | 12.316                             | 2.67                      | 0.1793          | 2.731                                  | 16.333                                              | 37.586                                                 | 0.3277                                     | 0.2162                                                  |
| Kp6    | 260.67          | 52.134                            | 12.46                  | 13.683           | 41.098                                         | 64.351                                                | 0.8102                                | 134.58          | 26.916                             | 7.861                     | 0.6528          | 7.065                                  | 27.659                                              | 31.753                                                 | 0.8477                                     | 0.5163                                                  |
| Ho10   | 251.53          | 50.306                            | 4.34                   | 12.768           | 16.275                                         | 36.043                                                | 1.3957                                | 204             | 40.8                               | 3.629                     | 0.5832          | 10.355                                 | 16.918                                              | 30.614                                                 | 1.3327                                     | 0.811                                                   |
| Co3    | 362.19          | 72.438                            | 5.65                   | 16.389           | 33.504                                         | 74.654                                                | 0.9703                                | 268.64          | 53.728                             | 4.752                     | 0.9417          | 12.156                                 | 30.114                                              | 36.836                                                 | 1.4586                                     | 0.7417                                                  |
| Io13   | 302.1           | 60.42                             | 7.56                   | 19.617           | 32.951                                         | 52.021                                                | 1.1614                                | 249.39          | 49.878                             | 6.718                     | 1.1808          | 16.194                                 | 105.54                                              | 25.669                                                 | 1.9431                                     | 0.8255                                                  |
| Io14   | 424.31          | 84.862                            | 8.88                   | 18.056           | 46.281                                         | 79.383                                                | 1.069                                 | 262.52          | 52.504                             | 6.165                     | 1.157           | 11.171                                 | 111.096                                             | 39.17                                                  | 1.3404                                     | 0.6187                                                  |
| Io15   | 446.03          | 89.206                            | 9.16                   | 19.309           | 48.65                                          | 78.032                                                | 1.1432                                | 275.36          | 55.072                             | 6.334                     | 1.2839          | 11.92                                  | 116.53                                              | 38.503                                                 | 1.4303                                     | 0.6174                                                  |
| Ko3    | 338.39          | 67.678                            | 5.52                   | 17.952           | 32.782                                         | 63.675                                                | 1.0629                                | 262.59          | 52.518                             | 4.791                     | 0.9514          | 13.931                                 | 32.196                                              | 31.419                                                 | 1.6715                                     | 0.776                                                   |
| Bo5    | 309.13          | 61.826                            | 5.85                   | 16.575           | 24.278                                         | 63.485                                                | 0.9739                                | 248.94          | 49.788                             | 5.245                     | 1.1917          | 13.348                                 | 29.389                                              | 19.228                                                 | 2.5893                                     | 0.8053                                                  |
| Lo5    | 296.48          | 59.296                            | 10.8                   | 16.201           | 44.115                                         | 62.293                                                | 0.9519                                | 202.6           | 40.52                              | 9.955                     | 1.2285          | 11.071                                 | 43.215                                              | 18.867                                                 | 2.1476                                     | 0.6834                                                  |
| Ho5    | 296.65          | 59.33                             | 5.1                    | 15.737           | 19.194                                         | 52.026                                                | 1.1404                                | 210.7           | 42.14                              | 3.93                      | 0.6968          | 11.178                                 | 17.474                                              | 16.2                                                   | 2.6013                                     | 0.7103                                                  |
| Hp10   | 233.01          | 46.602                            | 9.03                   | 10.175           | 23.653                                         | 41.898                                                | 1.1123                                | 165.22          | 33.044                             | 7.27                      | 0.9244          | 7.215                                  | 24.87                                               | 35.587                                                 | 0.9286                                     | 0.7091                                                  |
| Kp3    | 251.53          | 50.306                            | 8.94                   | 12.833           | 39.657                                         | 66.209                                                | 0.7598                                | 151.91          | 30.382                             | 6.015                     | 0.677           | 7.751                                  | 31.221                                              | 32.669                                                 | 0.93                                       | 0.6039                                                  |
| Bp5    | 265.48          | 53.096                            | 6.83                   | 13.143           | 30.706                                         | 68.761                                                | 0.7722                                | 207.92          | 41.585                             | 5.67                      | 1.0187          | 10.293                                 | 60.233                                              | 20.826                                                 | 1.9968                                     | 0.7832                                                  |
| Lp5    | 246.13          | 49.226                            | 10.75                  | 12.853           | 55.501                                         | 65.187                                                | 0.7552                                | 171.13          | 34.226                             | 8.314                     | 1.0115          | 8.936                                  | 55.661                                              | 19.744                                                 | 1.7335                                     | 0.6953                                                  |
| Hp5    | 247.3           | 49.46                             | 9.29                   | 12.553           | 25.103                                         | 54.372                                                | 0.9097                                | 151.71          | 30.342                             | 6.474                     | 0.7971          | 7.701                                  | 22.836                                              | 16.93                                                  | 1.7922                                     | 0.6135                                                  |
| Ho9    | 251.1           | 50.22                             | 3.82                   | 12.249           | 16.247                                         | 37.507                                                | 1.339                                 | 216.58          | 43.316                             | 3.547                     | 0.6272          | 10.565                                 | 17.961                                              | 31.857                                                 | 1.3597                                     | 0.8625                                                  |
| Io18   | 415.99          | 83.198                            | 7.55                   | 18.245           | 45.374                                         | 77.018                                                | 1.0802                                | 252.88          | 50.576                             | 5.067                     | 1.0114          | 11.091                                 | 107.016                                             | 38.003                                                 | 1.3308                                     | 0.6079                                                  |
| Ko10   | 349.05          | 69.81                             | 6.78                   | 18.275           | 33.815                                         | 64.52                                                 | 1.082                                 | 266.46          | 53.292                             | 5.976                     | 1.0077          | 13.951                                 | 32.67                                               | 31.836                                                 | 1.674                                      | 0.7634                                                  |
| EO2    | 239.79          | 47.958                            | 4.82                   | 10.681           | 50.436                                         | 43.751                                                | 1.0962                                | 183.45          | 36.69                              | 4.046                     | 0.6285          | 8.171                                  | 52.864                                              | 14.144                                                 | 2.5941                                     | 0.765                                                   |
| FO2    | 291.85          | 58.37                             | 4.22                   | 11.161           | 39.641                                         | 50.961                                                | 1.1454                                | 244.62          | 48.924                             | 3.814                     | 0.7454          | 9.354                                  | 43.134                                              | 16.474                                                 | 2.9697                                     | 0.8382                                                  |
| Fo16   | 204.07          | 40.814                            | 4.1                    | 10.769           | 27.718                                         | 36.93                                                 | 1.1052                                | 170.52          | 34.104                             | 3.701                     | 0.4812          | 8.998                                  | 30.068                                              | 11.938                                                 | 2.8566                                     | 0.8356                                                  |
| Fo17   | 227.67          | 45.534                            | 3.94                   | 9.388            | 30.924                                         | 47.258                                                | 0.9635                                | 197.53          | 39.506                             | 3.626                     | 0.5632          | 8.146                                  | 34.83                                               | 15.278                                                 | 2.5859                                     | 0.8676                                                  |
| Bo1    | 304.23          | 60.846                            | 6.09                   | 15.288           | 23.893                                         | 67.74                                                 | 0.8982                                | 226.87          | 45.374                             | 4.89                      | 0.9784          | 11.401                                 | 26.784                                              | 20.517                                                 | 2.2115                                     | 0.7457                                                  |
| Lo1    | 290.76          | 58.152                            | 11.65                  | 15.507           | 43.264                                         | 63.825                                                | 0.9111                                | 199.18          | 39.836                             | 10.002                    | 1.2585          | 10.623                                 | 42.485                                              | 19.331                                                 | 2.0607                                     | 0.685                                                   |
| Ho1    | 316.6           | 63.32                             | 5.35                   | 16.404           | 20.485                                         | 53.268                                                | 1.1887                                | 267.55          | 53.51                              | 4.618                     | 1.0183          | 13.863                                 | 22.189                                              | 16.586                                                 | 3.2261                                     | 0.8451                                                  |

Nastavak tabele 6.

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{isp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{isp}}$<br>(-) | $F_{cs}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{cs}$<br>(%) | $A_{cs}$<br>(J) | $F_{csb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{cs} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{cs} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{F_{rs}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Hp9    | 246.14          | 49.228                            | 8.49                   | 11.665           | 24.986                                         | 38.605                                                | 1.2752                                | 159.16          | 31.832                             | 6.367                     | 0.8155          | 7.543                                  | 23.958                                              | 32.789                                                 | 0.971                                      | 0.6466                                |
| Ip18   | 402.43          | 80.486                            | 9.85                   | 17.272           | 43.178                                         | 78.707                                                | 1.0226                                | 239.54          | 47.908                             | 6.657                     | 1.1249          | 10.281                                 | 79.873                                              | 38.836                                                 | 1.2336                                     | 0.5952                                |
| Kp10   | 287.92          | 57.584                            | 10.13                  | 14.541           | 45.395                                         | 66.884                                                | 0.8609                                | 165.12          | 33.024                             | 7.597                     | 0.8261          | 8.339                                  | 33.936                                              | 33.003                                                 | 1.0006                                     | 0.5735                                |
| Ep2    | 221.88          | 44.376                            | 8.3                    | 9.605            | 59.329                                         | 45.017                                                | 0.9858                                | 135.84          | 27.168                             | 5.969                     | 0.6725          | 5.881                                  | 53.845                                              | 14.553                                                 | 1.8668                                     | 0.6122                                |
| Fp2    | 205.96          | 41.192                            | 8.75                   | 9.647            | 69.807                                         | 41.607                                                | 0.99                                  | 127.26          | 25.452                             | 6.436                     | 0.6684          | 5.961                                  | 91.838                                              | 13.45                                                  | 1.8923                                     | 0.6179                                |
| Bp1    | 297.58          | 59.516                            | 8.11                   | 13.906           | 34.418                                         | 72.846                                                | 0.817                                 | 199.1           | 39.82                              | 6.305                     | 0.9396          | 9.304                                  | 57.677                                              | 22.063                                                 | 1.8048                                     | 0.6691                                |
| Lp1    | 295.6           | 59.12                             | 11.87                  | 15.237           | 66.656                                         | 66.038                                                | 0.8952                                | 168.42          | 33.684                             | 8.124                     | 1.0017          | 8.681                                  | 54.78                                               | 20.001                                                 | 1.6841                                     | 0.5698                                |
| Hp1    | 303.1           | 60.62                             | 10.88                  | 15.08            | 30.768                                         | 55.476                                                | 1.0927                                | 205.86          | 41.172                             | 8.421                     | 1.3289          | 10.242                                 | 30.987                                              | 17.274                                                 | 2.3835                                     | 0.6792                                |
| Ho7    | 236.53          | 47.306                            | 4.03                   | 11.826           | 15.304                                         | 36.592                                                | 1.2928                                | 197.9           | 39.58                              | 3.429                     | 0.5324          | 9.895                                  | 16.413                                              | 31.08                                                  | 1.2735                                     | 0.8367                                |
| Co8    | 342.68          | 68.536                            | 5.19                   | 15.063           | 31.699                                         | 76.85                                                 | 0.8918                                | 209.8           | 41.96                              | 3.855                     | 0.6262          | 9.222                                  | 23.518                                              | 37.92                                                  | 1.1065                                     | 0.6122                                |
| Io19   | 409.52          | 81.904                            | 8.05                   | 17.961           | 44.668                                         | 77.018                                                | 1.0634                                | 247.7           | 49.54                              | 5.12                      | 1.0003          | 10.864                                 | 104.824                                             | 38.003                                                 | 1.3036                                     | 0.6049                                |
| Ko7    | 354.12          | 70.824                            | 6.5                    | 18.836           | 34.306                                         | 63.506                                                | 1.1152                                | 264.2           | 52.84                              | 5.723                     | 0.9936          | 14.053                                 | 32.393                                              | 31.336                                                 | 1.6862                                     | 0.7461                                |
| Do4    | 192.37          | 38.474                            | 4.63                   | 11.417           | 33.296                                         | 38.957                                                | 0.9876                                | 133.84          | 26.768                             | 3.638                     | 0.4332          | 7.943                                  | 29.094                                              | 9.51                                                   | 2.8147                                     | 0.6957                                |
| Do5    | 227.85          | 45.57                             | 4.86                   | 10.647           | 39.437                                         | 49.477                                                | 0.921                                 | 159.88          | 31.976                             | 3.81                      | 0.541           | 7.471                                  | 34.755                                              | 12.078                                                 | 2.6474                                     | 0.7017                                |
| Do6    | 320.91          | 64.182                            | 6.34                   | 12.019           | 55.544                                         | 61.73                                                 | 1.0397                                | 213.9           | 42.78                              | 4.562                     | 0.8631          | 8.011                                  | 46.498                                              | 15.069                                                 | 2.8389                                     | 0.6665                                |
| EO3    | 206.34          | 41.268                            | 4.4                    | 9.575            | 43.401                                         | 41.997                                                | 0.9826                                | 139.56          | 27.912                             | 3.364                     | 0.4008          | 6.476                                  | 40.217                                              | 13.576                                                 | 2.0559                                     | 0.6764                                |
| Fo3    | 225.58          | 45.116                            | 3.77                   | 10.444           | 30.64                                          | 42.094                                                | 1.0718                                | 148.78          | 29.756                             | 2.928                     | 0.3684          | 6.888                                  | 26.234                                              | 13.608                                                 | 2.1867                                     | 0.6595                                |
| Bo2    | 280.25          | 56.05                             | 6.02                   | 14.789           | 22.01                                          | 64.506                                                | 0.8689                                | 218.86          | 43.772                             | 4.971                     | 0.9863          | 11.549                                 | 25.838                                              | 19.537                                                 | 2.2404                                     | 0.7809                                |
| Lo2    | 278.29          | 55.658                            | 11.37                  | 15.124           | 41.408                                         | 62.634                                                | 0.8886                                | 188.87          | 37.774                             | 9.772                     | 1.1635          | 10.265                                 | 40.286                                              | 18.97                                                  | 1.9912                                     | 0.6787                                |
| Ho2    | 313.32          | 62.664                            | 4.68                   | 16.234           | 20.273                                         | 53.268                                                | 1.1764                                | 242.14          | 48.428                             | 3.926                     | 0.7668          | 12.546                                 | 20.082                                              | 16.586                                                 | 2.9197                                     | 0.7728                                |
| Hp7    | 223.46          | 44.692                            | 8.76                   | 9.779            | 22.683                                         | 41.806                                                | 1.069                                 | 156.18          | 31.236                             | 6.561                     | 0.7889          | 6.835                                  | 23.509                                              | 35.509                                                 | 0.8797                                     | 0.6989                                |
| Cp8    | 252.06          | 50.412                            | 10.19                  | 10.865           | 54.472                                         | 78.37                                                 | 0.6433                                | 133.02          | 26.604                             | 7.411                     | 0.9958          | 5.734                                  | 35.281                                              | 38.67                                                  | 0.688                                      | 0.5277                                |
| Ip19   | 333.25          | 66.65                             | 9.31                   | 13.547           | 35.755                                         | 83.099                                                | 0.8021                                | 225.86          | 45.172                             | 6.455                     | 1.0797          | 9.181                                  | 75.312                                              | 41.003                                                 | 1.1017                                     | 0.6777                                |
| Kp7    | 227.2           | 45.44                             | 10.99                  | 11.772           | 35.821                                         | 65.195                                                | 0.697                                 | 145.92          | 29.184                             | 8.482                     | 0.7728          | 7.561                                  | 29.99                                               | 32.169                                                 | 0.9072                                     | 0.6423                                |
| Dp4    | 162.49          | 32.498                            | 8.83                   | 9.938            | 60.072                                         | 37.801                                                | 0.8597                                | 83.88           | 16.776                             | 5.813                     | 0.3948          | 5.13                                   | 40.317                                              | 9.228                                                  | 1.818                                      | 0.5162                                |
| Dp5    | 178.22          | 35.644                            | 10.7                   | 8.715            | 65.888                                         | 47.28                                                 | 0.7539                                | 91.57           | 18.314                             | 6.8                       | 0.5422          | 4.478                                  | 44.013                                              | 11.542                                                 | 1.5867                                     | 0.5138                                |
| Dp6    | 202.06          | 40.412                            | 10.2                   | 7.893            | 74.701                                         | 59.187                                                | 0.6828                                | 109.35          | 21.87                              | 6.803                     | 0.7263          | 4.271                                  | 52.559                                              | 14.449                                                 | 1.5136                                     | 0.5412                                |
| Ep3    | 207.47          | 41.494                            | 7.8                    | 9.324            | 55.476                                         | 43.361                                                | 0.9569                                | 134.73          | 26.946                             | 5.937                     | 0.6487          | 6.055                                  | 53.405                                              | 14.018                                                 | 1.9223                                     | 0.6494                                |
| Fp3    | 164.6           | 32.92                             | 6.58                   | 7.004            | 55.789                                         | 45.797                                                | 0.7188                                | 93.73           | 18.746                             | 4.373                     | 0.3646          | 3.989                                  | 67.641                                              | 14.805                                                 | 1.2662                                     | 0.5694                                |
| Bp2    | 222.13          | 44.426                            | 7.03                   | 11.106           | 25.692                                         | 68.08                                                 | 0.6526                                | 142.74          | 28.548                             | 5.368                     | 0.5939          | 7.137                                  | 41.35                                               | 20.62                                                  | 1.3845                                     | 0.6426                                |
| Lp2    | 270.88          | 54.176                            | 11.51                  | 13.82            | 61.082                                         | 66.718                                                | 0.812                                 | 166.91          | 33.382                             | 8.226                     | 0.9843          | 8.516                                  | 54.288                                              | 20.208                                                 | 1.652                                      | 0.6162                                |
| Hp2    | 264.23          | 52.846                            | 9.98                   | 12.464           | 26.822                                         | 58.512                                                | 0.9033                                | 176.1           | 35.22                              | 7.652                     | 1.0392          | 8.307                                  | 26.507                                              | 18.219                                                 | 1.9331                                     | 0.6665                                |
| Bo49   | 241.6           | 48.32                             | 5.13                   | 11.931           | -                                              | -                                                     | -                                     | 148.99          | 29.798                             | 3.493                     | 0.4596          | 7.358                                  | 17.589                                              | 20.878                                                 | 1.4273                                     | 0.6167                                |
| Bo39   | 250.36          | 50.072                            | 7.04                   | 12.333           | -                                              | -                                                     | -                                     | 220.18          | 44.036                             | 6.349                     | 1.2267          | 10.846                                 | 25.994                                              | 20.929                                                 | 2.104                                      | 0.8795                                |
| Bo40   | 270.48          | 54.096                            | 11.13                  | 13.291           | -                                              | -                                                     | -                                     | 190.81          | 38.162                             | 8.664                     | 1.3939          | 9.376                                  | 22.527                                              | 20.981                                                 | 1.8189                                     | 0.7054                                |
| Bo41   | 290.67          | 58.134                            | 14.24                  | 14.249           | -                                              | -                                                     | -                                     | 214.98          | 42.996                             | 11.725                    | 1.9287          | 10.538                                 | 25.38                                               | 21.032                                                 | 2.0443                                     | 0.7396                                |
| Bo42   | 260.12          | 52.024                            | 15.01                  | 12.627           | -                                              | -                                                     | -                                     | 162.8           | 32.56                              | 11.457                    | 1.453           | 7.903                                  | 19.22                                               | 21.237                                                 | 1.5331                                     | 0.6259                                |
| Bo43   | 270.21          | 54.042                            | 15.6                   | 13.085           | -                                              | -                                                     | -                                     | 187.8           | 37.56                              | 12.709                    | 1.7511          | 9.094                                  | 22.171                                              | 21.29                                                  | 1.7642                                     | 0.695                                 |



Nastavak tabele 6.

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $\frac{F_{res}}{k_1 = \frac{F_{res}}{f_{resp}}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Bo44   | 243.25          | 48.65                             | 15.29                  | 11.983           | -                                              | -                                                     | -                                     | 161.17          | 32.234                             | 12.036                    | 1.4374          | 7.939                                  | 19.027                                              | 20.929                                                 | 1.5401                                     | 0.6626                                                  |
| Bo45   | 211.88          | 42.376                            | 11.26                  | 10.541           | -                                              | -                                                     | -                                     | 152.49          | 30.498                             | 9.559                     | 1.156           | 7.587                                  | 18.003                                              | 20.723                                                 | 1.4717                                     | 0.7197                                                  |
| Bo46   | 250.07          | 50.014                            | 9.63                   | 12.288           | -                                              | -                                                     | -                                     | 176.27          | 35.254                             | 7.322                     | 1.049           | 8.662                                  | 20.81                                               | 20.981                                                 | 1.6803                                     | 0.7049                                                  |
| Bp50   | 249.68          | 49.936                            | 7.09                   | 12.091           | -                                              | -                                                     | -                                     | 157.38          | 31.476                             | 5.2                       | 0.6693          | 7.621                                  | 45.591                                              | 21.29                                                  | 1.4784                                     | 0.6303                                                  |
| Ho8    | 353.32          | 70.664                            | 4.45                   | 17.71            | 22.861                                         | 36.501                                                | 1.936                                 | 300.08          | 60.016                             | 4.21                      | 0.9623          | 15.042                                 | 24.887                                              | 31.002                                                 | 1.9359                                     | 0.8493                                                  |
| Co1    | 625.53          | 125.106                           | 6.76                   | 26.732           | 57.863                                         | 79.045                                                | 1.5827                                | 535.89          | 107.178                            | 6.138                     | 2.39            | 22.901                                 | 60.073                                              | 39.003                                                 | 2.7479                                     | 0.8567                                                  |
| Io20   | 525.97          | 105.194                           | 8.7                    | 24.183           | 57.37                                          | 73.472                                                | 1.4318                                | 329.35          | 65.87                              | 6.225                     | 1.6468          | 15.143                                 | 139.378                                             | 36.253                                                 | 1.817                                      | 0.6262                                                  |
| Ko1    | 576.58          | 115.316                           | 6.98                   | 29.568           | 55.857                                         | 65.871                                                | 1.7506                                | 517.52          | 103.504                            | 6.355                     | 2.4207          | 26.539                                 | 63.453                                              | 32.503                                                 | 3.1845                                     | 0.8976                                                  |
| EO4    | 339.58          | 67.916                            | 6.69                   | 15.577           | 71.426                                         | 42.484                                                | 1.5986                                | 270.94          | 54.188                             | 5.332                     | 1.1127          | 12.428                                 | 78.076                                              | 13.734                                                 | 3.9455                                     | 0.7979                                                  |
| FO4    | 375.09          | 75.018                            | 4.66                   | 17.777           | 50.947                                         | 41.12                                                 | 1.8244                                | 347.37          | 69.474                             | 4.308                     | 1.1314          | 16.463                                 | 61.252                                              | 13.293                                                 | 5.2264                                     | 0.9261                                                  |
| Bo3    | 405.84          | 81.168                            | 7.1                    | 21.937           | 31.873                                         | 62.974                                                | 1.2889                                | 250.93          | 50.186                             | 5.118                     | 1.1559          | 13.564                                 | 29.624                                              | 19.074                                                 | 2.6312                                     | 0.6183                                                  |
| Bo21   | 352.1           | 70.42                             | 6.58                   | 22.498           | 27.653                                         | 53.273                                                | 1.3219                                | 219.6           | 43.92                              | 4.89                      | 0.9491          | 14.032                                 | 25.926                                              | 16.135                                                 | 2.722                                      | 0.6237                                                  |
| Bo22   | 611.71          | 122.342                           | 9.69                   | 21.847           | 48.041                                         | 95.312                                                | 1.2836                                | 422.75          | 84.55                              | 7.263                     | 2.6919          | 15.098                                 | 49.909                                              | 28.868                                                 | 2.9288                                     | 0.6911                                                  |
| Lo3    | 442.67          | 88.534                            | 11.79                  | 23.672           | 65.868                                         | 63.655                                                | 1.3908                                | 298.54          | 59.708                             | 10.697                    | 1.9912          | 15.965                                 | 63.679                                              | 19.28                                                  | 3.0969                                     | 0.6744                                                  |
| Ho3    | 372.39          | 74.478                            | 5.38                   | 19.097           | 24.095                                         | 53.82                                                 | 1.3838                                | 237.85          | 47.57                              | 3.989                     | 0.7592          | 12.197                                 | 19.726                                              | 16.758                                                 | 2.8386                                     | 0.6387                                                  |
| Hp8    | 304.1           | 60.82                             | 10.31                  | 14.311           | 30.869                                         | 38.879                                                | 1.5643                                | 252.41          | 50.482                             | 8.31                      | 1.5711          | 11.878                                 | 37.994                                              | 33.022                                                 | 1.5287                                     | 0.83                                                    |
| Ip20   | 405.02          | 81.004                            | 9.53                   | 16.233           | 43.456                                         | 84.281                                                | 0.9611                                | 252.64          | 50.528                             | 5.132                     | 1.0171          | 10.126                                 | 84.241                                              | 41.587                                                 | 1.215                                      | 0.6238                                                  |
| Kp1    | 386.98          | 77.396                            | 9.89                   | 19.063           | 61.013                                         | 68.573                                                | 1.1287                                | 287.15          | 57.43                              | 6.824                     | 1.4875          | 14.145                                 | 59.016                                              | 33.836                                                 | 1.6973                                     | 0.742                                                   |
| Ep4    | 267.96          | 53.592                            | 9.5                    | 11.525           | 71.651                                         | 45.31                                                 | 1.1828                                | 189.87          | 37.974                             | 7.5                       | 1.1836          | 8.166                                  | 75.262                                              | 14.648                                                 | 2.5925                                     | 0.7086                                                  |
| Fp4    | 250.63          | 50.126                            | 7.77                   | 10.945           | 84.948                                         | 44.628                                                | 1.1232                                | 211.88          | 42.376                             | 6.952                     | 1.1619          | 9.252                                  | 152.905                                             | 14.427                                                 | 2.9373                                     | 0.8454                                                  |
| Bp3    | 392.54          | 78.508                            | 9.15                   | 20.028           | 45.401                                         | 66.718                                                | 1.1767                                | 243.93          | 48.786                             | 6.49                      | 1.2472          | 12.445                                 | 70.663                                              | 20.208                                                 | 2.4142                                     | 0.6214                                                  |
| Bp21   | 353.27          | 70.654                            | 8.98                   | 22.94            | 40.859                                         | 52.422                                                | 1.3478                                | 246.27          | 49.254                             | 6.913                     | 1.3514          | 15.992                                 | 71.341                                              | 15.877                                                 | 3.1021                                     | 0.6971                                                  |
| Bp22   | 586.12          | 117.224                           | 13.34                  | 19.472           | 67.791                                         | 102.46                                                | 1.1441                                | 315.29          | 63.058                             | 7.501                     | 1.9391          | 10.475                                 | 91.335                                              | 31.033                                                 | 2.032                                      | 0.5379                                                  |
| Lp3    | 409.74          | 81.948                            | 13.14                  | 21.012           | 92.394                                         | 66.378                                                | 1.2346                                | 266.57          | 53.314                             | 9.844                     | 1.7992          | 13.67                                  | 86.704                                              | 20.104                                                 | 2.6518                                     | 0.6506                                                  |
| Hp3    | 331.58          | 66.316                            | 11.59                  | 16.497           | 33.658                                         | 55.476                                                | 1.1954                                | 260.07          | 52.014                             | 9.818                     | 2.0196          | 12.939                                 | 39.147                                              | 17.274                                                 | 3.0111                                     | 0.7843                                                  |
| EO5    | 357.53          | 71.506                            | 6.4                    | 15.022           | 75.201                                         | 46.381                                                | 1.5417                                | 272.68          | 54.536                             | 5.296                     | 1.1261          | 11.457                                 | 78.577                                              | 14.994                                                 | 3.6372                                     | 0.7627                                                  |
| EP5    | 265.91          | 53.182                            | 9.77                   | 10.943           | 71.103                                         | 47.356                                                | 1.123                                 | 181.31          | 36.262                             | 7.824                     | 1.0358          | 7.461                                  | 71.869                                              | 15.309                                                 | 2.3687                                     | 0.6818                                                  |

Tabela 7. Rezultati mehaničkih karakteristika šavova (prema tabeli 2)

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $\frac{F_{res}}{k_1 = \frac{F_{res}}{f_{resp}}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Co11   | 394.66          | 78.932                            | 5.29                   | 19.489           | 36.507                                         | 68.404                                                | 1.1539                                | 288.72          | 57.744                             | 4.344                     | 0.968           | 14.258                                 | 32.365                                              | 33.753                                                 | 1.7108                                     | 0.7316                                                  |
| Ko11   | 369.71          | 73.942                            | 6.19                   | 19.877           | 35.816                                         | 62.831                                                | 1.1768                                | 334.76          | 66.952                             | 5.521                     | 1.3379          | 17.998                                 | 41.045                                              | 31.002                                                 | 2.1596                                     | 0.9055                                                  |
| AO4    | 196.92          | 39.384                            | 4.77                   | 11.449           | 46.505                                         | 39.766                                                | 0.9904                                | 147.37          | 29.474                             | 3.962                     | 0.486           | 8.568                                  | 41.672                                              | 9.708                                                  | 3.0362                                     | 0.7484                                                  |
| Cp11   | 105.88          | 21.176                            | 6.15                   | 5.103            | 22.882                                         | 70.094                                                | 0.3021                                | 53.79           | 10.758                             | 2.863                     | 0.1536          | 2.592                                  | 14.267                                              | 34.586                                                 | 0.311                                      | 0.508                                                   |
| Kp11   | 188.65          | 37.73                             | 8.04                   | 10.142           | 29.743                                         | 62.831                                                | 0.6005                                | 106.45          | 21.29                              | 5.358                     | 0.4337          | 5.723                                  | 21.878                                              | 31.002                                                 | 0.6867                                     | 0.5643                                                  |
| Ap4    | 152.65          | 30.53                             | 9.72                   | 9.196            | 50.212                                         | 38.379                                                | 0.7955                                | 126.63          | 25.326                             | 8.747                     | 0.8947          | 7.628                                  | 59.336                                              | 9.369                                                  | 2.7032                                     | 0.8295                                                  |

Tabela 8. Rezultati mehaničkih karakteristika šavova (prema tabeli 3)

| Uzorci | $F_{is}$<br>(N) | $F_{is}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{iab}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{iab}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{isp} = F_{ik} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{is}}{f_{isp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{k_{resp}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Ao5    | 279.01          | 55.802                            | 5.38                   | 13.479           | 65.891                                          | 37.873                                                | 1.4734                                | 244.01          | 48.802                             | 4.935                     | 0.9815          | 11.788                                 | 68.999                                              | 32.168                                                 | 1.5171                                     | 0.8746                                  |
| Ho19   | 277.24          | 55.448                            | 4.39                   | 14.002           | 17.939                                          | 36.226                                                | 1.5306                                | 235.12          | 47.024                             | 3.968                     | 0.728           | 11.875                                 | 19.499                                              | 30.769                                                 | 1.5283                                     | 0.8481                                  |
| Jo4    | 428.49          | 85.698                            | 7.5                    | 21.212           | 25.646                                          | 68.236                                                | 1.2559                                | 338.79          | 67.758                             | 6.723                     | 1.8228          | 16.772                                 | 24.066                                              | 33.669                                                 | 2.0125                                     | 0.7907                                  |
| Ko12   | 406.23          | 81.246                            | 6.26                   | 19.768           | 39.354                                          | 69.418                                                | 1.1704                                | 296.22          | 59.244                             | 5.243                     | 1.1309          | 14.415                                 | 36.319                                              | 34.253                                                 | 1.7296                                     | 0.7292                                  |
| Ao6    | 271.64          | 54.328                            | 5.19                   | 12.935           | 64.151                                          | 48.552                                                | 1.119                                 | 195.08          | 39.016                             | 4.377                     | 0.699           | 9.29                                   | 55.163                                              | 11.852                                                 | 3.2918                                     | 0.7182                                  |
| Do7    | 280.12          | 56.024                            | 5.47                   | 13.213           | 48.484                                          | 49.014                                                | 1.143                                 | 196             | 39.2                               | 4.393                     | 0.7291          | 9.245                                  | 42.607                                              | 11.965                                                 | 3.2761                                     | 0.6997                                  |
| Ao9    | 259.36          | 51.872                            | 5.21                   | 12.808           | 61.251                                          | 40.54                                                 | 1.2795                                | 198.38          | 39.676                             | 4.339                     | 0.7369          | 9.797                                  | 56.097                                              | 5.609                                                  | 7.0733                                     | 0.7649                                  |
| Bo11   | 374.65          | 74.93                             | 7.3                    | 18.547           | 29.424                                          | 68.761                                                | 1.0897                                | 299.98          | 59.996                             | 6.155                     | 1.59            | 14.85                                  | 35.415                                              | 20.826                                                 | 2.8808                                     | 0.8007                                  |
| Bo23   | 279.26          | 55.852                            | 6.24                   | 18.372           | 21.932                                          | 51.741                                                | 1.0795                                | 212.47          | 42.494                             | 5.076                     | 0.9458          | 13.978                                 | 25.084                                              | 15.671                                                 | 2.7116                                     | 0.7608                                  |
| Bo24   | 437.87          | 87.574                            | 7.81                   | 17.171           | 34.389                                          | 86.802                                                | 1.0089                                | 322.3           | 64.46                              | 6.34                      | 1.7481          | 12.639                                 | 38.05                                               | 26.29                                                  | 2.4518                                     | 0.7361                                  |
| Lo9    | 398.64          | 79.728                            | 15.34                  | 20.133           | 59.316                                          | 67.399                                                | 1.1829                                | 255.65          | 51.13                              | 13.009                    | 1.9254          | 12.912                                 | 54.531                                              | 20.414                                                 | 2.5047                                     | 0.6413                                  |
| Ao7    | 333.27          | 66.654                            | 6.65                   | 16.061           | 78.705                                          | 57.27                                                 | 1.1639                                | 277.95          | 55.59                              | 5.871                     | 1.2953          | 13.395                                 | 78.597                                              | 17.833                                                 | 3.1173                                     | 0.834                                   |
| Ho14   | 361.35          | 72.27                             | 6.06                   | 18.343           | 23.381                                          | 54.372                                                | 1.3292                                | 300.07          | 60.014                             | 5.064                     | 1.2347          | 15.232                                 | 24.886                                              | 16.93                                                  | 3.5448                                     | 0.8304                                  |
| Ho21   | 355.56          | 71.112                            | 5.89                   | 18.471           | 23.006                                          | 53.13                                                 | 1.3385                                | 253.16          | 50.632                             | 4.353                     | 0.9095          | 13.151                                 | 20.996                                              | 16.543                                                 | 3.0605                                     | 0.712                                   |
| Ho23   | 369.6           | 73.92                             | 5.45                   | 18.297           | 23.915                                          | 55.752                                                | 1.3259                                | 320.49          | 64.098                             | 4.724                     | 1.2087          | 15.866                                 | 26.579                                              | 17.36                                                  | 3.6923                                     | 0.8671                                  |
| Ao10   | 249.91          | 49.982                            | 4.82                   | 12.015           | 59.019                                          | 42.474                                                | 1.1768                                | 188.18          | 37.636                             | 4.186                     | 0.6806          | 9.047                                  | 53.212                                              | 18.337                                                 | 2.0524                                     | 0.753                                   |
| Ap5    | 163.48          | 32.696                            | 9.34                   | 8.053            | 53.775                                          | 37.141                                                | 0.8803                                | 101.39          | 20.278                             | 6.858                     | 0.6089          | 4.995                                  | 47.509                                              | 31.546                                                 | 0.6428                                     | 0.6202                                  |
| Hp19   | 222.94          | 44.588                            | 9.03                   | 11.175           | 22.631                                          | 36.501                                                | 1.2216                                | 199.45          | 39.89                              | 7.651                     | 1.2298          | 9.997                                  | 30.022                                              | 31.002                                                 | 1.2867                                     | 0.8946                                  |
| Jo4    | 377.7           | 75.54                             | 9.04                   | 18.246           | 42.937                                          | 69.925                                                | 1.0803                                | 310.79          | 62.158                             | 7.735                     | 0.7782          | 15.014                                 | 39.519                                              | 34.503                                                 | 1.8015                                     | 0.8228                                  |
| Kp12   | 277.57          | 55.514                            | 11.42                  | 13.775           | 43.763                                          | 68.067                                                | 0.8156                                | 178.85          | 35.77                              | 7.501                     | 0.9635          | 8.876                                  | 36.758                                              | 33.586                                                 | 1.065                                      | 0.6443                                  |
| Ap6    | 178.28          | 35.656                            | 9.75                   | 8.87             | 58.643                                          | 46.471                                                | 0.7673                                | 125.42          | 25.084                             | 7.761                     | 0.993           | 6.24                                   | 58.769                                              | 11.344                                                 | 2.2111                                     | 0.7035                                  |
| Ap9    | 156.95          | 31.39                             | 7.05                   | 7.732            | 51.627                                          | 40.641                                                | 0.7724                                | 107.34          | 21.468                             | 6.136                     | 0.416           | 5.288                                  | 50.297                                              | 5.623                                                  | 3.8178                                     | 0.6839                                  |
| Bp11   | 298.11          | 59.622                            | 7.4                    | 14.906           | 34.48                                           | 68.08                                                 | 0.8758                                | 233.14          | 46.628                             | 6.255                     | 1.1831          | 11.657                                 | 67.538                                              | 20.62                                                  | 2.2613                                     | 0.7821                                  |
| Bp23   | 282.28          | 56.456                            | 7.45                   | 18.271           | 32.649                                          | 52.592                                                | 1.0735                                | 240.75          | 48.15                              | 6.718                     | 1.2691          | 15.583                                 | 69.742                                              | 15.929                                                 | 3.0228                                     | 0.8529                                  |
| Bp24   | 419.99          | 83.998                            | 10.31                  | 16.666           | 48.576                                          | 85.781                                                | 0.9792                                | 286.33          | 57.266                             | 7.518                     | 1.8087          | 11.362                                 | 82.946                                              | 25.981                                                 | 2.2041                                     | 0.6818                                  |
| Lp9    | 263.02          | 52.604                            | 14.24                  | 13.086           | 59.31                                           | 68.42                                                 | 0.7688                                | 146.91          | 29.382                             | 9.846                     | 0.9834          | 7.309                                  | 47.783                                              | 20.723                                                 | 1.4178                                     | 0.5586                                  |
| Ap7    | 219.79          | 43.958                            | 10.78                  | 10.908           | 72.297                                          | 55.614                                                | 0.7904                                | 135.93          | 27.186                             | 8.431                     | 0.951           | 6.746                                  | 63.694                                              | 17.317                                                 | 1.5699                                     | 0.6185                                  |
| Hp14   | 320.46          | 64.092                            | 10.49                  | 15.864           | 32.53                                           | 55.752                                                | 1.1496                                | 248.82          | 49.764                             | 8.62                      | 1.6043          | 12.318                                 | 37.454                                              | 17.36                                                  | 2.8666                                     | 0.7764                                  |
| Hp21   | 316.23          | 63.246                            | 10.96                  | 15.655           | 32.1                                            | 55.752                                                | 1.1344                                | 271.28          | 54.256                             | 9.613                     | 2.0262          | 13.43                                  | 40.834                                              | 17.36                                                  | 3.1254                                     | 0.8579                                  |
| Hp23   | 327.48          | 65.496                            | 11.21                  | 15.936           | 33.242                                          | 56.718                                                | 1.1548                                | 284.2           | 56.84                              | 10.327                    | 2.2609          | 13.83                                  | 42.779                                              | 17.661                                                 | 3.2185                                     | 0.8678                                  |
| Ap10   | 185.6           | 37.12                             | 9.16                   | 9.143            | 61.051                                          | 41.453                                                | 0.8955                                | 141.39          | 28.278                             | 7.674                     | 0.9345          | 6.965                                  | 66.253                                              | 17.896                                                 | 1.5801                                     | 0.7618                                  |
| Jo10   | 435.13          | 87.026                            | 7.97                   | 21.756           | 26.043                                          | 67.56                                                 | 1.2881                                | 313.15          | 62.63                              | 6.953                     | 1.3468          | 15.658                                 | 22.244                                              | 33.336                                                 | 1.8787                                     | 0.7197                                  |
| Bo14   | 344.96          | 68.992                            | 7.61                   | 17.511           | 27.092                                          | 67.059                                                | 1.0288                                | 274.93          | 54.986                             | 6.475                     | 1.419           | 13.956                                 | 32.458                                              | 20.311                                                 | 2.7072                                     | 0.7967                                  |
| Lo16   | 376.27          | 75.254                            | 11.49                  | 18.72            | 55.988                                          | 68.42                                                 | 1.0999                                | 281.38          | 56.276                             | 10.066                    | 1.8407          | 13.999                                 | 60.019                                              | 20.723                                                 | 2.7156                                     | 0.7478                                  |
| Jp10   | 426.69          | 85.338                            | 10.3                   | 21.123           | 48.506                                          | 68.236                                                | 1.2506                                | 401.17          | 80.234                             | 10.033                    | 2.1555          | 19.86                                  | 51.012                                              | 33.669                                                 | 2.383                                      | 0.9402                                  |
| Bp14   | 321.22          | 64.244                            | 8.97                   | 15.941           | 37.152                                          | 68.591                                                | 0.9366                                | 233.57          | 46.714                             | 7.312                     | 1.2732          | 11.592                                 | 67.662                                              | 20.775                                                 | 2.2486                                     | 0.7271                                  |
| Lp16   | 229.82          | 45.964                            | 10.67                  | 11.293           | 51.823                                          | 69.271                                                | 0.6635                                | 146             | 29.2                               | 8.066                     | 0.8785          | 7.174                                  | 47.487                                              | 20.981                                                 | 1.3917                                     | 0.6353                                  |

Nastavak tabele 8.

| Uzorci | $F_{is}$<br>(N) | $F_{is}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = F_{as}/F_{at}$<br>(%) | $f_{isp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = F_{is}/f_{isp}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = F_{es}/G_b$<br>(N) | $E_{es} = F_{es}/G_b$<br>(N) | $F_{res}/F_{ret}$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = F_{res}/f_{resp}$<br>(-) | $k_1 = F_{res}/F_{is}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Jo6    | 458.08          | 91.616                            | 7.4                    | 21.918           | 27.417                       | 70.6                                                  | 1.2977                        | 409.99          | 81.998                    | 7.044           | 1.7876                        | 19.617                       | 29.123                   | 34.836                                                 | 2.3538                             | 0.895                         |
| Jp6    | 426.53          | 85.306                            | 9.86                   | 20.025           | 48.488                       | 71.951                                                | 1.1856                        | 345.82          | 69.164                    | 9.12            | 1.8482                        | 16.236                       | 43.973                   | 35.503                                                 | 1.9481                             | 0.8108                        |
| Jo7    | 508.35          | 101.67                            | 7.97                   | 23.866           | 30.425                       | 71.951                                                | 1.413                         | 421.97          | 84.394                    | 7.364           | 1.8995                        | 19.811                       | 29.974                   | 35.503                                                 | 2.3771                             | 0.8301                        |
| Jp7    | 374.55          | 74.91                             | 9.67                   | 17.585           | 42.579                       | 71.951                                                | 1.0411                        | 269.4           | 53.88                     | 8.609           | 1.3369                        | 12.648                       | 34.256                   | 35.503                                                 | 1.5176                             | 0.7193                        |
| Jo9    | 462.39          | 92.478                            | 8.2                    | 22.392           | 27.675                       | 69.756                                                | 1.3257                        | 386.96          | 77.392                    | 7.644           | 1.7393                        | 18.739                       | 27.487                   | 34.419                                                 | 2.2485                             | 0.8369                        |
| Bo13   | 385.08          | 77.016                            | 8.18                   | 18.969           | 30.243                       | 69.101                                                | 1.1145                        | 258.11          | 51.622                    | 6.053           | 1.2957                        | 12.715                       | 30.472                   | 20.929                                                 | 2.4665                             | 0.6703                        |
| Lo15   | 366.3           | 73.26                             | 12.27                  | 18.224           | 54.504                       | 68.42                                                 | 1.0707                        | 194.23          | 38.846                    | 9.073           | 1.1889                        | 9.663                        | 41.43                    | 20.723                                                 | 1.8745                             | 0.53                          |
| Jp9    | 424.47          | 84.894                            | 11.32                  | 20.655           | 48.254                       | 69.418                                                | 1.2229                        | 350.41          | 70.082                    | 10.524          | 2.0195                        | 17.052                       | 44.557                   | 34.253                                                 | 2.046                              | 0.8255                        |
| Bp13   | 386.65          | 77.33                             | 10.94                  | 19.047           | 44.72                        | 69.101                                                | 1.1191                        | 181.09          | 36.218                    | 6.489           | 0.8923                        | 8.921                        | 52.459                   | 20.929                                                 | 1.7305                             | 0.4684                        |
| Lp15   | 247.98          | 49.596                            | 12.73                  | 11.697           | 55.918                       | 72.165                                                | 0.6873                        | 134.61          | 26.922                    | 7.55            | 0.7869                        | 6.35                         | 43.783                   | 21.857                                                 | 1.2317                             | 0.5428                        |
| Jo8    | 465.93          | 93.186                            | 7.79                   | 22.84            | 27.886                       | 68.911                                                | 1.3523                        | 465.93          | 93.186                    | 7.79            | 2.1402                        | 22.84                        | 33.097                   | 34.003                                                 | 2.7405                             | 1                             |
| Jp8    | 417.4           | 83.48                             | 11.03                  | 20.019           | 47.45                        | 70.431                                                | 1.1853                        | 385.36          | 77.072                    | 10.728          | 2.3636                        | 18.482                       | 49.001                   | 34.753                                                 | 2.2177                             | 0.9232                        |
| Ho20   | 257.41          | 51.482                            | 4.52                   | 12.806           | 16.655                       | 36.775                                                | 1.3999                        | 173.89          | 34.778                    | 3.462           | 0.4884                        | 8.651                        | 14.421                   | 31.235                                                 | 1.1134                             | 0.6755                        |
| Jo5    | 454.9           | 90.98                             | 7.78                   | 22.576           | 27.226                       | 68.067                                                | 1.3366                        | 405.02          | 81.004                    | 7.454           | 1.844                         | 20.1                         | 28.77                    | 33.586                                                 | 2.4118                             | 0.8903                        |
| Fo13   | 264.54          | 52.908                            | 4.57                   | 13.096           | 35.932                       | 39.366                                                | 1.344                         | 179.59          | 35.918                    | 3.652           | 0.4981                        | 8.891                        | 31.667                   | 12.726                                                 | 2.8224                             | 0.6789                        |
| Bo12   | 400.88          | 80.176                            | 7.83                   | 19.994           | 31.484                       | 68.25                                                 | 1.1747                        | 356.35          | 71.27                     | 7.067           | 2.2128                        | 17.773                       | 42.07                    | 20.672                                                 | 3.4477                             | 0.8889                        |
| Lo10   | 412.62          | 82.524                            | 14.45                  | 20.58            | 61.396                       | 68.25                                                 | 1.2091                        | 338.85          | 67.77                     | 13.31           | 2.6465                        | 16.9                         | 72.277                   | 20.672                                                 | 3.2784                             | 0.8212                        |
| Ho15   | 375.92          | 75.184                            | 6.05                   | 18.938           | 24.324                       | 54.786                                                | 1.3723                        | 320.37          | 64.074                    | 5.418           | 1.3078                        | 16.14                        | 26.57                    | 17.059                                                 | 3.756                              | 0.8522                        |
| Hp20   | 206.18          | 41.236                            | 7.76                   | 10.309           | 20.929                       | 36.592                                                | 1.1269                        | 200.25          | 40.05                     | 7.609           | 1.2034                        | 10.012                       | 30.143                   | 31.08                                                  | 1.2886                             | 0.9712                        |
| Jp5    | 361.34          | 72.268                            | 9.77                   | 17.8             | 41.077                       | 68.573                                                | 1.0539                        | 300.94          | 60.188                    | 7.124           | 1.4623                        | 14.825                       | 38.267                   | 33.836                                                 | 1.7788                             | 0.8328                        |
| Bp12   | 342.35          | 68.47                             | 9.01                   | 17.29            | 39.596                       | 67.399                                                | 1.0159                        | 251.56          | 50.312                    | 6.723           | 1.2473                        | 12.705                       | 72.874                   | 20.414                                                 | 2.4646                             | 0.7348                        |
| Lp10   | 313.58          | 62.716                            | 12.24                  | 15.485           | 70.711                       | 68.931                                                | 0.91                          | 212.36          | 42.472                    | 9.442           | 1.6001                        | 10.487                       | 69.071                   | 20.878                                                 | 2.0343                             | 0.677                         |
| Hp15   | 308.09          | 61.618                            | 11.16                  | 15.328           | 31.274                       | 55.476                                                | 1.1107                        | 269.05          | 53.81                     | 9.432           | 1.938                         | 13.386                       | 40.499                   | 17.274                                                 | 3.1151                             | 0.8733                        |
| Ho16   | 281.31          | 56.262                            | 4.33                   | 14.136           | 18.202                       | 36.409                                                | 1.5453                        | 209.6           | 41.92                     | 3.51            | 0.6187                        | 10.533                       | 17.383                   | 30.924                                                 | 1.3556                             | 0.7451                        |
| Fo10   | 245.2           | 49.04                             | 3.66                   | 11.845           | 33.305                       | 40.34                                                 | 1.2157                        | 154.95          | 30.99                     | 2.673           | 0.3748                        | 7.486                        | 27.322                   | 13.041                                                 | 2.3764                             | 0.6319                        |
| Bo8    | 401.26          | 80.252                            | 7.6                    | 19.914           | 31.513                       | 68.591                                                | 1.17                          | 344.7           | 68.94                     | 6.719           | 2.0412                        | 17.107                       | 40.695                   | 20.775                                                 | 3.3185                             | 0.859                         |
| Lo6    | 367.43          | 73.486                            | 12.16                  | 17.967           | 54.672                       | 69.612                                                | 1.0557                        | 305.47          | 61.094                    | 11.17           | 2.0554                        | 14.937                       | 65.157                   | 21.084                                                 | 2.8977                             | 0.8314                        |
| Ho11   | 347.59          | 69.518                            | 4.9                    | 17.467           | 22.49                        | 54.924                                                | 1.2657                        | 272.02          | 54.404                    | 4.041           | 0.8703                        | 13.669                       | 22.56                    | 17.102                                                 | 3.1811                             | 0.7826                        |
| Fp10   | 192.09          | 38.418                            | 5.84                   | 9.347            | 65.106                       | 40.048                                                | 0.9593                        | 128.6           | 25.72                     | 4.763           | 0.5662                        | 6.258                        | 92.805                   | 12.946                                                 | 1.9866                             | 0.6695                        |
| Bp8    | 306.05          | 61.21                             | 7.31                   | 14.929           | 35.398                       | 69.782                                                | 0.8772                        | 190.62          | 38.124                    | 5.151           | 0.8429                        | 9.299                        | 55.22                    | 21.136                                                 | 1.8038                             | 0.6228                        |
| Lp6    | 267.12          | 53.424                            | 12.91                  | 12.904           | 60.234                       | 70.463                                                | 0.7582                        | 170.04          | 34.008                    | 8.084           | 0.7631                        | 8.214                        | 55.307                   | 21.342                                                 | 1.5935                             | 0.6366                        |
| Hp11   | 277.2           | 55.44                             | 10.78                  | 13.622           | 28.138                       | 56.166                                                | 0.9872                        | 203.55          | 40.71                     | 7.918           | 1.2217                        | 10.002                       | 30.639                   | 17.489                                                 | 2.3278                             | 0.7343                        |
| Ho17   | 283.01          | 56.602                            | 4.6                    | 14.115           | 18.312                       | 36.683                                                | 1.543                         | 183.86          | 36.772                    | 3.21            | 0.5001                        | 9.17                         | 15.248                   | 31.158                                                 | 1.1802                             | 0.6497                        |
| Jo1    | 409.91          | 81.982                            | 7.05                   | 20.193           | 24.534                       | 68.573                                                | 1.1955                        | 345.77          | 69.154                    | 6.587           | 1.4183                        | 17.033                       | 24.561                   | 33.836                                                 | 2.0438                             | 0.8435                        |
| Do8    | 282.79          | 56.558                            | 5.16                   | 13.339           | 48.946                       | 49.014                                                | 1.1539                        | 186.75          | 37.35                     | 4.137           | 0.6717                        | 8.809                        | 40.596                   | 11.965                                                 | 3.1215                             | 0.6604                        |
| Fo11   | 248.06          | 49.612                            | 3.63                   | 11.926           | 33.693                       | 40.535                                                | 1.2239                        | 178.71          | 35.742                    | 2.887           | 0.4528                        | 8.592                        | 31.512                   | 13.104                                                 | 2.7276                             | 0.7204                        |

Nastavak table 8.

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{k_{resp}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Bo9    | 378.67          | 75.734                            | 7.21                   | 18.839           | 29.739                                         | 68.42                                                 | 1.1069                                | 280.12          | 56.024                             | 5.729                     | 1.3792          | 13.936                                 | 33.07                                               | 20.723                                                 | 2.7035                                     | 0.7397                                  |
| Lo7    | 359.13          | 71.826                            | 12.6                   | 17.956           | 53.437                                         | 68.08                                                 | 1.055                                 | 245.54          | 49.108                             | 10.702                    | 1.5591          | 12.277                                 | 52.374                                              | 20.62                                                  | 2.3816                                     | 0.6837                                  |
| Ho12   | 374.13          | 74.826                            | 5.25                   | 18.613           | 24.208                                         | 55.476                                                | 1.3488                                | 316.16          | 63.232                             | 4.573                     | 1.1222          | 15.729                                 | 26.22                                               | 17.274                                                 | 3.6605                                     | 0.8451                                  |
| Hp17   | 263.71          | 52.742                            | 8.8                    | 13.219           | 26.769                                         | 36.501                                                | 1.445                                 | 169.55          | 33.91                              | 6.724                     | 0.9184          | 8.499                                  | 25.522                                              | 31.002                                                 | 1.0938                                     | 0.6429                                  |
| Jp1    | 397.89          | 79.578                            | 9.57                   | 19.409           | 45.232                                         | 69.249                                                | 1.1492                                | 315.62          | 63.124                             | 9.277                     | 1.6644          | 15.396                                 | 40.133                                              | 34.169                                                 | 1.8474                                     | 0.7932                                  |
| Fp11   | 254.61          | 50.922                            | 6.87                   | 12.182           | 86.297                                         | 40.73                                                 | 1.2502                                | 180.01          | 36.002                             | 5.417                     | 1.0944          | 8.613                                  | 129.905                                             | 13.167                                                 | 2.7343                                     | 0.707                                   |
| Bp9    | 336.51          | 67.302                            | 8.62                   | 16.659           | 38.921                                         | 68.761                                                | 0.9788                                | 214.92          | 42.984                             | 6.582                     | 1.1162          | 10.64                                  | 62.26                                               | 20.826                                                 | 2.0639                                     | 0.6387                                  |
| Lp7    | 347.64          | 69.528                            | 12.33                  | 16.876           | 78.391                                         | 70.122                                                | 0.992                                 | 218.35          | 43.67                              | 10.374                    | 1.6277          | 10.6                                   | 71.02                                               | 21.239                                                 | 2.0562                                     | 0.6281                                  |
| Hp12   | 337.79          | 67.558                            | 12.56                  | 17.103           | 34.289                                         | 54.51                                                 | 1.2394                                | 245.39          | 49.078                             | 9.152                     | 1.7375          | 12.425                                 | 36.937                                              | 16.973                                                 | 2.8915                                     | 0.7265                                  |
| Ho18   | 384.66          | 76.932                            | 5.16                   | 19.233           | 24.889                                         | 36.592                                                | 2.1024                                | 308.72          | 61.744                             | 4.376                     | 1.0968          | 15.436                                 | 25.603                                              | 31.08                                                  | 1.9866                                     | 0.8026                                  |
| Jo3    | 642.63          | 128.526                           | 8.74                   | 31.579           | 38.462                                         | 68.742                                                | 1.8697                                | 526.11          | 105.222                            | 7.988                     | 2.5482          | 25.853                                 | 37.372                                              | 33.919                                                 | 3.1021                                     | 0.8187                                  |
| Fo12   | 434.55          | 86.91                             | 5.29                   | 20.449           | 59.024                                         | 41.412                                                | 2.0987                                | 333.8           | 66.76                              | 4.487                     | 1.1523          | 15.708                                 | 58.859                                              | 13.388                                                 | 4.9867                                     | 0.7682                                  |
| Bo10   | 582.38          | 116.476                           | 9.75                   | 28.902           | 45.738                                         | 68.591                                                | 1.6981                                | 393.77          | 78.754                             | 7.529                     | 2.5455          | 19.542                                 | 46.488                                              | 20.775                                                 | 3.7909                                     | 0.6761                                  |
| Bo25   | 494.32          | 98.864                            | 9.08                   | 32.099           | 38.822                                         | 52.422                                                | 1.8859                                | 330.74          | 66.148                             | 6.613                     | 1.8817          | 21.477                                 | 39.047                                              | 15.877                                                 | 4.1662                                     | 0.6691                                  |
| Bo26   | 673.51          | 134.702                           | 10.41                  | 25.954           | 52.895                                         | 88.334                                                | 1.5249                                | 455.79          | 91.158                             | 7.886                     | 3.0696          | 17.564                                 | 53.808                                              | 26.754                                                 | 3.4072                                     | 0.6767                                  |
| Lo8    | 557.21          | 111.442                           | 12.3                   | 27.722           | 82.911                                         | 68.42                                                 | 1.6288                                | 354.7           | 70.94                              | 9.901                     | 2.3089          | 17.647                                 | 75.658                                              | 20.723                                                 | 3.4232                                     | 0.6366                                  |
| Ho13   | 535.3           | 107.06                            | 7.57                   | 26.899           | 34.636                                         | 54.924                                                | 1.9492                                | 378.09          | 75.618                             | 5.71                      | 1.7741          | 18.999                                 | 31.356                                              | 17.102                                                 | 4.4216                                     | 0.7063                                  |
| Ho22   | 593.18          | 118.636                           | 7.02                   | 29.438           | 38.381                                         | 55.614                                                | 2.1332                                | 464.43          | 92.886                             | 6.075                     | 2.1485          | 23.047                                 | 38.517                                              | 17.317                                                 | 5.3639                                     | 0.7829                                  |
| Ho24   | 589.96          | 117.992                           | 6.74                   | 29.206           | 38.173                                         | 55.752                                                | 2.1164                                | 489.8           | 97.96                              | 5.76                      | 2.2945          | 24.248                                 | 40.621                                              | 17.36                                                  | 5.6429                                     | 0.8302                                  |
| Hp18   | 340.1           | 68.02                             | 10.43                  | 16.963           | 34.523                                         | 36.683                                                | 1.8542                                | 264.58          | 52.916                             | 8.783                     | 1.8633          | 13.196                                 | 39.826                                              | 31.158                                                 | 1.6983                                     | 0.7779                                  |
| Jp3    | 600.33          | 120.066                           | 11.17                  | 29.142           | 68.246                                         | 69.587                                                | 1.7254                                | 462.44          | 92.488                             | 10.121                    | 2.6297          | 22.449                                 | 58.802                                              | 34.336                                                 | 2.6936                                     | 0.7703                                  |
| Bp10   | 521.77          | 104.354                           | 11.44                  | 25.959           | 60.348                                         | 68.42                                                 | 1.5252                                | 279.74          | 55.948                             | 6.663                     | 1.518           | 13.917                                 | 81.037                                              | 20.723                                                 | 2.6998                                     | 0.5361                                  |
| Bp25   | 462.85          | 92.57                             | 11.26                  | 29.294           | 53.533                                         | 53.783                                                | 1.7212                                | 262.66          | 52.532                             | 7.427                     | 1.5046          | 16.624                                 | 76.089                                              | 16.29                                                  | 3.2248                                     | 0.5675                                  |
| Bp26   | 635.82          | 127.164                           | 10.62                  | 24.361           | 73.539                                         | 88.844                                                | 1.4313                                | 365.41          | 73.082                             | 8.337                     | 2.6234          | 14                                     | 105.855                                             | 26.909                                                 | 2.7159                                     | 0.5747                                  |
| Hp13   | 527.48          | 105.496                           | 13.73                  | 26.507           | 53.544                                         | 54.924                                                | 1.9208                                | 301.24          | 60.248                             | 11.765                    | 4.1168          | 15.138                                 | 45.344                                              | 17.102                                                 | 3.5228                                     | 0.5711                                  |
| Hp22   | 553.89          | 110.778                           | 14.57                  | 27.42            | 56.225                                         | 55.752                                                | 1.987                                 | 431.2           | 86.24                              | 11.973                    | 4.0687          | 21.347                                 | 64.907                                              | 17.36                                                  | 4.9678                                     | 0.7785                                  |
| Hp24   | 509.45          | 101.89                            | 13.7                   | 24.851           | 51.714                                         | 56.58                                                 | 1.8008                                | 430.52          | 86.104                             | 12.183                    | 4.1766          | 21.001                                 | 64.804                                              | 17.618                                                 | 4.8874                                     | 0.8451                                  |

Tabela 9. Rezultati mehaničkih karakteristika šavova (prema tabeli 4)

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{k_{resp}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Ko13   | 446.5           | 89.3                              | 6.86                   | 20.962           | 43.255                                         | 71.951                                                | 1.2411                                | 347.79          | 69.558                             | 6.017                     | 1.4318          | 16.328                                 | 42.642                                              | 35.503                                                 | 1.9592                                     | 0.7789                                  |
| Ko15   | 462.09          | 92.418                            | 7.15                   | 22.541           | 44.766                                         | 69.249                                                | 1.3346                                | 331.49          | 66.298                             | 5.988                     | 1.2966          | 16.17                                  | 40.644                                              | 34.169                                                 | 1.9403                                     | 0.7174                                  |
| Ao8    | 292.92          | 58.583                            | 5.57                   | 13.375           | 69.175                                         | 50.633                                                | 1.157                                 | 191.42          | 38.284                             | 4.375                     | 0.6724          | 8.741                                  | 54.128                                              | 12.36                                                  | 3.0973                                     | 0.6535                                  |
| Bo17   | 388.44          | 77.688                            | 7.88                   | 19.92            | 30.506                                         | 66.378                                                | 1.1704                                | 267.77          | 53.554                             | 6.425                     | 1.5087          | 13.732                                 | 31.612                                              | 20.104                                                 | 2.6638                                     | 0.6893                                  |
| Bo29   | 264.6           | 52.92                             | 7.37                   | 19.895           | 20.781                                         | 45.273                                                | 1.1689                                | 201.35          | 40.27                              | 6.259                     | 1.1047          | 15.139                                 | 37.771                                              | 13.712                                                 | 2.9368                                     | 0.761                                   |
| Lo12   | 337.53          | 67.506                            | 11.25                  | 19.232           | 50.223                                         | 59.74                                                 | 1.13                                  | 266.8           | 53.36                              | 10.066                    | 1.9257          | 15.202                                 | 56.909                                              | 18.094                                                 | 2.949                                      | 0.7904                                  |



Nastavak tabele 9.

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{F_{rs}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Kp13   | 377.39          | 75.478                            | 12.17                  | 17.311           | 59.501                                         | 73.64                                                 | 1.025                                 | 188.1           | 37.62                              | 8.185                     | 1.1925          | 8.628                                  | 38.659                                              | 36.336                                                 | 1.0353                                     | 0.4984                                |
| Kp15   | 358.49          | 71.698                            | 10.51                  | 17.445           | 56.521                                         | 69.418                                                | 1.0328                                | 175.32          | 35.065                             | 7.493                     | 1.0784          | 8.532                                  | 36.034                                              | 34.253                                                 | 1.0237                                     | 0.4891                                |
| Ap8    | 274.52          | 54.904                            | 10.89                  | 12.593           | 90.3                                           | 50.402                                                | 1.0893                                | 132.12          | 26.424                             | 7.815                     | 0.8513          | 6.061                                  | 61.909                                              | 12.304                                                 | 2.1476                                     | 0.4813                                |
| Bp17   | 355.4           | 71.08                             | 9.4                    | 17.682           | 41.106                                         | 68.42                                                 | 1.0381                                | 207.72          | 41.544                             | 6.385                     | 1.0806          | 10.334                                 | 60.174                                              | 20.723                                                 | 2.0047                                     | 0.5845                                |
| Bp29   | 256.29          | 51.258                            | 8.17                   | 18.572           | 29.643                                         | 46.975                                                | 1.0912                                | 147.86          | 29.572                             | 5.879                     | 0.7229          | 10.714                                 | 42.833                                              | 14.228                                                 | 2.0785                                     | 0.5769                                |
| Lp12   | 344.21          | 68.842                            | 13.51                  | 17.562           | 77.617                                         | 66.718                                                | 1.0318                                | 192.4           | 38.48                              | 9.002                     | 1.3749          | 9.816                                  | 62.579                                              | 20.208                                                 | 1.9042                                     | 0.559                                 |
| Bo18   | 378.98          | 75.796                            | 8.23                   | 19.14            | 29.764                                         | 67.399                                                | 1.1246                                | 317.09          | 63.418                             | 7.191                     | 1.9846          | 16.015                                 | 37.435                                              | 20.414                                                 | 3.1066                                     | 0.8367                                |
| Bo30   | 457.08          | 91.416                            | 9.14                   | 19.205           | 35.897                                         | 81.015                                                | 1.1284                                | 349.53          | 69.906                             | 7.408                     | 2.2642          | 14.686                                 | 41.265                                              | 24.538                                                 | 2.8489                                     | 0.7647                                |
| Bp18   | 351.38          | 70.276                            | 9.71                   | 16.045           | 40.641                                         | 74.548                                                | 0.9427                                | 253.38          | 50.676                             | 7.402                     | 1.5421          | 11.57                                  | 73.401                                              | 22.579                                                 | 2.2444                                     | 0.7211                                |
| Bp30   | 356.73          | 71.346                            | 9.4                    | 14.864           | 41.26                                          | 81.696                                                | 0.8733                                | 239             | 47.8                               | 7.044                     | 1.3242          | 9.958                                  | 69.235                                              | 24.744                                                 | 1.9318                                     | 0.67                                  |

Tabela 10. Rezultati mehaničkih karakteristika šavova (prema tabeli 5)

| Uzorci | $F_{as}$<br>(N) | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_s$<br>(%) | $F_{asb}$<br>(N) | $E_s = \frac{F_{as}}{F_{at}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | $F_{es}$<br>(N) | $F_{res}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $\varepsilon_{es}$<br>(%) | $A_{es}$<br>(J) | $F_{esb} = \frac{F_{res}}{G_b}$<br>(N) | $E_{es} = \frac{F_{res}}{F_{ret}} \cdot 100$<br>(%) | $f_{resp} = F_{ek} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_{es} = \frac{F_{res}}{f_{resp}}$<br>(-) | $k_1 = \frac{F_{res}}{F_{rs}}$<br>(-) |
|--------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Ko14   | 492.49          | 98.498                            | 8.28                   | 24.811           | 47.711                                         | 67.053                                                | 1.469                                 | 437.5           | 87.5                               | 7.818                     | 2.2982          | 22.04                                  | 53.641                                              | 33.086                                                 | 2.6446                                     | 0.8883                                |
| Bo15   | 391.27          | 78.254                            | 9.12                   | 19.227           | 30.729                                         | 69.271                                                | 1.1297                                | 65.3            | 13.06                              | 1.94                      | 0.1292          | 3.209                                  | 7.709                                               | 20.981                                                 | 0.6225                                     | 0.1669                                |
| Bo27   | 295.56          | 59.112                            | 8.01                   | 21.263           | 23.212                                         | 47.316                                                | 1.2493                                | 37.2            | 7.44                               | 1.18                      | 0.0494          | 2.676                                  | 4.392                                               | 14.331                                                 | 0.5192                                     | 0.1259                                |
| Lo11   | 365.97          | 73.194                            | 12.22                  | 18.672           | 54.455                                         | 66.718                                                | 1.0971                                | 22.69           | 4.538                              | 1.638                     | 0.0438          | 1.158                                  | 4.84                                                | 20.208                                                 | 0.2246                                     | 0.062                                 |
| Ho27   | 454.66          | 90.932                            | 7.13                   | 20.207           | 29.418                                         | 62.1                                                  | 1.4643                                | 85.66           | 17.132                             | 1.952                     | 0.1456          | 3.807                                  | 7.104                                               | 19.336                                                 | 0.886                                      | 0.1884                                |
| Kp14   | 185.58          | 37.116                            | 8.77                   | 9.053            | 29.259                                         | 69.249                                                | 0.536                                 | 74.5            | 14.9                               | 4.897                     | 0.2846          | 3.634                                  | 15.312                                              | 34.169                                                 | 0.4361                                     | 0.4014                                |
| Bp15   | 392.8           | 78.56                             | 10.27                  | 18.441           | 45.431                                         | 72.505                                                | 1.0835                                | 49.7            | 9.94                               | 1.98                      | 0.0942          | 2.333                                  | 14.397                                              | 21.96                                                  | 0.4526                                     | 0.1265                                |
| Bp27   | 289.79          | 57.958                            | 8.66                   | 20.265           | 33.517                                         | 48.677                                                | 1.1907                                | 13.57           | 2.714                              | 0.45                      | 0.0077          | 0.949                                  | 3.931                                               | 14.743                                                 | 0.1841                                     | 0.0468                                |
| Lp11   | 231.68          | 46.336                            | 11.43                  | 11.301           | 52.243                                         | 69.782                                                | 0.664                                 | 22.15           | 4.43                               | 1.696                     | 0.0435          | 1.08                                   | 7.204                                               | 21.136                                                 | 0.2096                                     | 0.0956                                |
| Bo16   | 385.12          | 77.024                            | 9.29                   | 18.741           | 30.246                                         | 69.952                                                | 1.1011                                | 65.8            | 13.16                              | 2.13                      | 0.1327          | 3.202                                  | 7.768                                               | 21.187                                                 | 0.6211                                     | 0.1709                                |
| Bo28   | 499.85          | 99.97                             | 10.31                  | 16.802           | 39.256                                         | 101.269                                               | 0.9872                                | 116.9           | 23.38                              | 2.89                      | 0.3038          | 3.929                                  | 13.801                                              | 30.672                                                 | 0.7623                                     | 0.2339                                |
| Bp16   | 321.87          | 64.374                            | 9.15                   | 14.401           | 37.228                                         | 76.079                                                | 0.8461                                | 58.4            | 11.68                              | 2.24                      | 0.1284          | 2.613                                  | 16.918                                              | 23.043                                                 | 0.5069                                     | 0.1814                                |
| Bp28   | 309.31          | 61.862                            | 9.58                   | 10.834           | 35.775                                         | 97.184                                                | 0.6365                                | 79.5            | 15.9                               | 3.32                      | 0.2352          | 2.785                                  | 23.03                                               | 29.435                                                 | 0.5402                                     | 0.257                                 |

Tabela 11. Relativna prekidna sila šava, faktor prekidne sile šava i koeficijent korekcije ranijih istraživanja [11,104]

| Za bod tipa 301 i $G_b = 2.41 \div 8.69 \text{ cm}^{-1}$ |                                   |                                                       |                                    | Za bod tipa 301 i $G_b = 2.38 \div 5.71 \text{ cm}^{-1}$ |                                   |                                                       |                                    | Za bod tipa 401 i $G_b = 2.89 \div 7.19 \text{ cm}^{-1}$ |                                   |                                                       |                                    | Za bod tipa 401 i $G_b = 2.79 \div 5.35 \text{ cm}^{-1}$ |                                   |                                                       |                                    |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Uzorak                                                   | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$ (-) | Uzorak                                                   | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$ (-) | Uzorak                                                   | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$ (-) | Uzorak                                                   | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$ (-) |
| Mo1                                                      | 21                                | 20.4609                                               | 1.02635                            | Mp1                                                      | 21                                | 20.2062                                               | 1.03928                            | Mo46                                                     | 26.8                              | 24.5361                                               | 1.09227                            | Mp33                                                     | 24.8                              | 23.6871                                               | 1.04698                            |
| Mo2                                                      | 24.2                              | 21.9042                                               | 1.10481                            | Mp2                                                      | 21.2                              | 21.7344                                               | 0.97541                            | Mo47                                                     | 27                                | 24.7908                                               | 1.08911                            | Mp34                                                     | 25                                | 23.8569                                               | 1.04791                            |
| Mo3                                                      | 25.4                              | 22.5834                                               | 1.12472                            | Mp3                                                      | 21.8                              | 22.923                                                | 0.95101                            | Mo48                                                     | 27.2                              | 24.8757                                               | 1.09344                            | Mp35                                                     | 25.8                              | 24.0267                                               | 1.07381                            |
| Mo4                                                      | 26                                | 24.0267                                               | 1.08213                            | Mp4                                                      | 22                                | 24.0267                                               | 0.91565                            | Mo49                                                     | 29.2                              | 24.9606                                               | 1.16984                            | Mp36                                                     | 28                                | 26.319                                                | 1.06387                            |
| Mo5                                                      | 26.4                              | 25.6398                                               | 1.02965                            | Mp5                                                      | 23                                | 26.8284                                               | 0.8573                             | Mo50                                                     | 30                                | 26.9133                                               | 1.1469                             | Mp37                                                     | 28                                | 26.7435                                               | 1.04698                            |
| Mo6                                                      | 27                                | 27.8472                                               | 0.96958                            | Mp6                                                      | 23.2                              | 27.2529                                               | 0.85129                            | Mo51                                                     | 32.4                              | 28.1019                                               | 1.15295                            | Mp38                                                     | 28.8                              | 27.2529                                               | 1.05677                            |
| Mo7                                                      | 27.2                              | 29.4603                                               | 0.92328                            | Mp7                                                      | 26.2                              | 28.1019                                               | 0.93232                            | Mo52                                                     | 32.8                              | 28.2717                                               | 1.16017                            | Mp39                                                     | 30                                | 29.2056                                               | 1.0272                             |
| Mo8                                                      | 27.6                              | 29.7999                                               | 0.92618                            | Mp8                                                      | 26.2                              | 29.1207                                               | 0.8997                             | Mo53                                                     | 33.6                              | 30.9036                                               | 1.08725                            | Mp40                                                     | 31                                | 32.1771                                               | 0.96342                            |
| Mo9                                                      | 28.6                              | 32.1771                                               | 0.88883                            | Mp9                                                      | 26.4                              | 32.262                                                | 0.8183                             | Mo54                                                     | 37.6                              | 35.8278                                               | 1.04946                            | Mp41                                                     | 27                                | 23.175                                                | 1.16505                            |
| Mo10                                                     | 30.8                              | 33.8751                                               | 0.90922                            | Mp10                                                     | 27                                | 33.7053                                               | 0.80106                            | Mo55                                                     | 41.2                              | 38.6295                                               | 1.06654                            | Mp42                                                     | 29.2                              | 26.325                                                | 1.10921                            |
| Mo11                                                     | 30.6                              | 34.2147                                               | 0.89435                            | Mp11                                                     | 28.6                              | 34.1298                                               | 0.83798                            | Mo56                                                     | 43.4                              | 42.45                                                 | 1.02238                            | Mp43                                                     | 31.6                              | 33.825                                                | 0.93422                            |
| Mo12                                                     | 33.4                              | 36.4221                                               | 0.91703                            | Mp12                                                     | 28.8                              | 35.8278                                               | 0.80385                            | Mo57                                                     | 46                                | 46.8648                                               | 0.98155                            | Mp44                                                     | 29.8                              | 26.2048                                               | 1.1372                             |
| Mo13                                                     | 35.6                              | 40.752                                                | 0.87358                            | Mp13                                                     | 31.4                              | 24.975                                                | 1.25726                            | Mo58                                                     | 47                                | 51.4494                                               | 0.91352                            | Mp45                                                     | 31                                | 29.9114                                               | 1.03639                            |
| Mo14                                                     | 37.8                              | 44.4027                                               | 0.8513                             | Mp14                                                     | 32.8                              | 28.725                                                | 1.14186                            | Mo59                                                     | 50.8                              | 52.3833                                               | 0.96977                            | Mp46                                                     | 30.2                              | 28.8192                                               | 1.04791                            |
| Mo15                                                     | 38.8                              | 46.3554                                               | 0.83701                            | Mp15                                                     | 40                                | 36.075                                                | 1.1088                             | Mo60                                                     | 57.8                              | 59.7696                                               | 0.96705                            | Mp47                                                     | 31.2                              | 32.8956                                               | 0.94846                            |
| Mo16                                                     | 39.2                              | 48.4779                                               | 0.80862                            | Mp16                                                     | 47.6                              | 42.825                                                | 1.1115                             | Mo61                                                     | 31.4                              | 23.7                                                  | 1.32489                            | Mp48                                                     | 11.8                              | 12.008                                                | 0.98268                            |
| Mo17                                                     | 46                                | 54.7605                                               | 0.84002                            | Mp17                                                     | 36.6                              | 28.5322                                               | 1.28276                            | Mo62                                                     | 32.8                              | 27.075                                                | 1.21145                            | Mp49                                                     | 13.4                              | 13.667                                                | 0.98046                            |
| Mo18                                                     | 47                                | 59.3451                                               | 0.79198                            | Mp18                                                     | 43                                | 32.756                                                | 1.31274                            | Mo63                                                     | 40                                | 34.275                                                | 1.16703                            | Mp50                                                     | 16.2                              | 17.5775                                               | 0.92163                            |
| Mo19                                                     | 54.8                              | 63.8448                                               | 0.85833                            | Mp19                                                     | 46.2                              | 41.4622                                               | 1.11427                            | Mo64                                                     | 47.6                              | 41.625                                                | 1.14354                            | Mp51                                                     | 17.2                              | 20.6585                                               | 0.83259                            |
| Mo20                                                     | 58.2                              | 73.0989                                               | 0.79618                            | Mp20                                                     | 57                                | 49.2202                                               | 1.15806                            | Mo65                                                     | 54                                | 53.925                                                | 1.00139                            | Mp52                                                     | 19                                | 17.263                                                | 1.10062                            |
| Mo21                                                     | 24                                | 24.975                                                | 0.96096                            | Mp21                                                     | 39.2                              | 31.0944                                               | 1.26068                            | Mo66                                                     | 36.6                              | 27.4116                                               | 1.3352                             | Mp53                                                     | 20.2                              | 19.7534                                               | 1.02261                            |
| Mo22                                                     | 25.2                              | 28.425                                                | 0.88654                            | Mp22                                                     | 44.4                              | 35.3604                                               | 1.25564                            | Mo67                                                     | 43                                | 31.3768                                               | 1.37044                            | Mp54                                                     | 22.6                              | 25.0172                                               | 0.90338                            |
| Mo23                                                     | 32.2                              | 36.075                                                | 0.89258                            | Mp23                                                     | 47.8                              | 44.6508                                               | 1.07053                            | Mo68                                                     | 46.2                              | 39.221                                                | 1.17794                            | Mp55                                                     | 27.2                              | 30.281                                                | 0.89825                            |
| Mo24                                                     | 37.2                              | 42.825                                                | 0.86865                            | Mp24                                                     | 60                                | 53.8464                                               | 1.11428                            | Mo69                                                     | 57                                | 46.8066                                               | 1.21778                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo25                                                     | 52                                | 64.125                                                | 0.81092                            | Mp25                                                     | 13                                | 12.956                                                | 1.0034                             | Mo70                                                     | 63.4                              | 60.6848                                               | 1.04474                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo26                                                     | 30.6                              | 28.7046                                               | 1.06603                            | Mp26                                                     | 14.2                              | 14.8915                                               | 0.95356                            | Mo71                                                     | 39.2                              | 29.7672                                               | 1.31689                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo27                                                     | 38                                | 33.3594                                               | 1.13911                            | Mp27                                                     | 19.8                              | 18.881                                                | 1.04867                            | Mo72                                                     | 44.4                              | 33.8436                                               | 1.31192                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo28                                                     | 42.2                              | 39.9106                                               | 1.05736                            | Mp28                                                     | 21.8                              | 22.436                                                | 0.97165                            | Mo73                                                     | 47.8                              | 43.7028                                               | 1.09375                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo29                                                     | 46.6                              | 50.427                                                | 0.92411                            | Mp29                                                     | 20                                | 18.5082                                               | 1.0806                             | Mo74                                                     | 60                                | 50.4336                                               | 1.18968                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo30                                                     | 59.8                              | 74.9078                                               | 0.79831                            | Mp30                                                     | 22                                | 21.3382                                               | 1.03101                            | Mo75                                                     | 64.2                              | 66.7392                                               | 0.96195                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo31                                                     | 37.2                              | 31.5684                                               | 1.17839                            | Mp31                                                     | 28.8                              | 27.6208                                               | 1.04269                            | Mo76                                                     | 13                                | 12.324                                                | 1.05485                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo32                                                     | 40                                | 36.024                                                | 1.11037                            | Mp32                                                     | 32.4                              | 32.3186                                               | 1.00252                            | Mo77                                                     | 14.2                              | 14.062                                                | 1.00981                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo33                                                     | 44.8                              | 45.1248                                               | 0.9928                             |                                                          |                                   |                                                       |                                    | Mo78                                                     | 19.8                              | 17.933                                                | 1.10411                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo34                                                     | 50.8                              | 53.8464                                               | 0.94342                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    | Mo79                                                     | 21.8                              | 21.4485                                               | 1.01639                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo35                                                     | 62.2                              | 81.7176                                               | 0.76116                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    | Mo80                                                     | 27.8                              | 27.6105                                               | 1.00686                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo36                                                     | 11.6                              | 12.9165                                               | 0.89808                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    | Mo81                                                     | 20                                | 17.8856                                               | 1.11822                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo37                                                     | 14                                | 14.7335                                               | 0.95022                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    | Mo82                                                     | 22                                | 20.2062                                               | 1.08877                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |
| Mo38                                                     | 16.4                              | 18.9995                                               | 0.86318                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    | Mo83                                                     | 28.8                              | 25.6964                                               | 1.12078                            |                                                          |                                   |                                                       |                                    |

Nastavak tabele 11.

| Za bod tipa 301 i $G_b = 2.41 \div 8.69 \text{ cm}^{-1}$ |                                   |                                                       |                                       |        | Za bod tipa 301 i $G_b = 2.38 \div 5.71 \text{ cm}^{-1}$ |                                                       |                                       |        |                                   | Za bod tipa 401 i $G_b = 2.89 \div 7.19 \text{ cm}^{-1}$ |                                       |        |                                   |                                                       | Za bod tipa 401 i $G_b = 2.79 \div 5.35 \text{ cm}^{-1}$ |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                                       |                                       |        |                                   |                                   |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                                                          | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> )                        | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> )    | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-)                    | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $k_s = \frac{F_{rs}}{f_{rsp}}$<br>(-) | Uzorak | $F_{rs}$<br>(N·cm <sup>-1</sup> ) | $f_{rsp} = F_{ak} \cdot G_b$<br>( |

Šavovi su rađeni na pamučnoj tkanini sledećih karakteristika: površinska masa 130 g·m<sup>-2</sup>, podužna masa prede za osnovu i potku 29.5 tex, gustina žica po osnovi 28 cm<sup>-1</sup> i potki 16.2 cm<sup>-1</sup>, prekidna sila u pravcu osnove 488 N i pravcu potke 267 N, prekidno izduženje u pravcu osnove 6.8 % i pravcu potke 12.7 %, prepletaj - platneni.

Tabela 12. Pokazatelji kvaliteta konaca ranijih istraživanja [11,104]

| Karakteristike šivaćih konaca              |  | ST1 - pamučni<br>mereerizirani |        | ST2 - pamučni<br>gazirani |        | ST3 - konac od 60 %<br>PES filamenata i 40 %<br>pamučnih vlakana |        | ST4 - konac od PES<br>vlakana |        | ST5 - konac od Cel<br>vlakana |        | ST6 - konac od Cel<br>vlakana |        |
|--------------------------------------------|--|--------------------------------|--------|---------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|-------------------------------|--------|
| Podužna masa (tex)                         |  | 10.3 x 3                       | 819    | 10.2 x 3                  | 905    | 13.2 x 2                                                         | 991    | 9.8 x 3                       | 953    | 13.5 x 2                      | 618    | 16.2 x 2                      | 441    |
| Upređenost kod končanja (m <sup>-1</sup> ) |  |                                | 849    |                           | 750    |                                                                  | 862    |                               | 948    |                               | 395    |                               | 566    |
| Prekidna sila (cN)                         |  |                                | 27.47  |                           | 24.51  |                                                                  | 32.65  |                               | 32.24  |                               | 14.63  |                               | 17.47  |
| Relativna prekidna sila (cN/tex)           |  |                                | 0.1158 |                           | 0.1036 |                                                                  | 0.3656 |                               | 0.2760 |                               | 0.2258 |                               | 0.2978 |
| Rad kidanja (J)                            |  |                                | 5.20   |                           | 6.56   |                                                                  | 19.70  |                               | 10.00  |                               | 17.60  |                               | 16.20  |
| Prekidno izduženje (%)                     |  |                                | 1321   |                           | 1397   |                                                                  | 1191   |                               | 1401   |                               | 574    |                               | 828    |
| Prekidna sila konca u petlji (cN)          |  |                                | 5.00   |                           | 6.20   |                                                                  | 14.10  |                               | 10.00  |                               | 10.40  |                               | 10.40  |
| Prekidno izduženje konca u petlji (%)      |  |                                |        |                           |        |                                                                  |        |                               |        |                               |        |                               |        |

## **Biografija**

Mr Nenad Ćirković je rođen 24. 05. 1965. godine u Leskovcu. Osnovnu i srednju prirodno - tehničku školu završio je u Grdelici.

Tehnološki fakultet u Leskovcu, mehaničko - tekstilni smer, završio je 1991. god. a magistrsku tezu, na istom fakultetu, pod nazivom "Modeli zavisnosti osobina šavova od ulaznih parametara šivenja", odbranio je 1998. god.

Od 1991. do 1992. godine radio je u Tekstilnoj industriji TIG u Grdelici na poslovima šefa proizvodnje.

Od 1992. godine počeo je da radi na poslovima asistenta - pripravnika, a kasnije saradnika i asistenta na Tehnološkom fakultetu u Leskovcu (na predmetima iz Grupe mehaničko-tekstilnih predmeta i uže naučne oblasti Konfekcijske tehnologije tekstila). Bio je angažovan i kao asistent na Tehnološkom fakultetu u Banja Luci od 1993. do 1997. god.

Predmeti na kojima je bio ili je sada angažovan su: Tehnologija izrade odeće, Tehnologija tkanja, Konstrukcija odeće, Projektovanje odeće, Ispitivanje tekstila, Kontrola kvaliteta tekstila, Projektovanje pletenina, Projektovanje tkanina, Projektovanje pređa, Nekonvencionalne tehnike pređenja, Nekonvencionalne tehnike tkanja, Projektovanje tekstilnih proizvoda, Tehnike spajanja tekstila, Tehnologija pletenja, Projektovanje tekstilnih procesa, Tekstilne sirovine, Konstrukcija pletenina, Konstrukcija tkanina, Mehanička tekstilna tehnologija.

U svojoj aktivnosti u naučnom i stručnom radu objavio je više radova i saopštenja u domaćim i inostranim časopisima, na naučnim skupovima (M23-4, M33-14, M34-1, M51-2, M52-11, M53-7, M63-13, M64-12). Ima jedno tehničko rešenje, učestvovao je u realizaciji više projekata (devet) i bio recenzent jednog rukopisa. Član je uredništva časopisa Tekstilna industrija (M52) i Tekstil i praksa.



---

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

**Анализа деформационих карактеристика шавова у зависности**

**од структурних параметара примењених конаца и тканина**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертациј, ни у целини, ни у деловима, није била предложена за добијање било које дипломе, према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

У Лесковцу, 15. 01. 2015. г.

Аутор дисертације: Ненад С. Ћирковић

Потпис докторанда:

---



---

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ  
ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Име и презиме аутора: Ненад С. Ћирковић

Студијски програм: Технолошко инжењерство

Наслов рада: **Анализа деформационих карактеристика шавова у зависности  
од структурних параметара примењених конаца и тканина**

Ментор: Проф. др Јован Степановић

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронскј верзији, коју сам предао/ла за уношење у **Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Лесковцу, 15. 01. 2015. г.

Аутор дисертације: Ненад С. Ћирковић

Потпис докторанда:

---



---

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да, у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

**Анализа деформационих карактеристика шавова у зависности**

**од структурних параметара примењених конаца и тканина**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство – некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да подвучете само једну од шест понуђених лиценци; кратак опис лиценци је у наставку текста).

У Лесковцу, 15. 01. 2015. г.

Аутор дисертације: Ненад С. Ћирковић

Потпис докторанда:

---