

# Čvrstoča pređe vezanih u izviđačke čvorove

---

**Petrov, Antonija**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:109452>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**TEKSTILNO - TEHNOLOŠKU FAKULTET**

**TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO**

**ZAVRŠNI RAD**

**ČVRSTOĆA PREĐA VEZANIH U IZVIĐAČKE**

**ČVOROVE**

Antonija Petrov

Zagreb, rujan 2017.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**TEKSTILNO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**  
**TEKSTILNA TEHNOLOGIJA I INŽENJERSTVO**

**ZAVRŠNI RAD**

**ČVRSTOĆA PREĐA VEZANIH U IZVIĐAČKE**  
**ČVOROVE**

Mentorica:

doc. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić

Studentica:

Antonija Petrov

Zagreb, rujan 2017.

## ZAVRŠNI RAD

**Kandidatkinja:** Antonija Petrov

**Naslov rada:** Čvrstoća pređa vezanih u izviđačke čvorove

**Naslov studija:** Tekstilna tehnologija i inženjerstvo

**Naziv smjera:** Projektiranje i menadžment tekstila

**Voditeljica rada:** doc. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić

**Jezik teksta:** hrvatski

**Rad ima:** stranice: 33

slika: 34

tablica: 12

**Institucija u kojoj je rad izrađen:** Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

Zavod za projektiranje i menadžment tekstila

### Članovi povjerenstva:

1. doc. dr. sc. Dragana Kopitar - predsjednica
2. doc. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić dipl. inž. – članica
3. doc. dr. sc. Maja Somogyi Škoc, dipl. inž. – članica
4. doc. dr. sc. Anita Tarbuk dipl. inž. – zamjenica člana

Zagreb, rujna, 2017

## SAŽETAK

Poznavanje tehnika vezivanja čvorova na pređama složenije konstrukcije, kao i svojstva istih, iznimno su bitni u nizu aktivnosti. Jedna od takvih aktivnosti je izviđaštvo, na koju je fokusiran ovaj rad. U uvodnom dijelu rada, dan je pregled vrsta pređa i osnova vezanih uz nastanak i tvorbu čvorova. Glavni cilj završnog rada je ispitati vlačna svojstva pređa vezanih u različite izviđačke čvorove i utvrditi koji se čvor izdvaja s obzirom na iznimno visoke/niske vrijednosti. Na temelju provedenog ispitivanja vlačnih svojstava pređa vezanih različitim vrstama izviđačkih čvorova, utvrđeno je da je prekidno istezanje najveće na pređi vezanoj dvostrukim osmičastim čvorom. Najmanje prekidno istezanje izmjereno je kod običnog čvora i dvostrukog običnog čvora čije se vezivanje izvodi ukrižavanjem. Što se prekidne sile uzoraka tiče, najveću vrijednost imaju pređe vezane u bakin i ambulanti čvor. Važnost provedenog ispitivanja očituje se u činjenici da su znanja o vlačnim svojstvima predmetnih uzoraka ključna za očuvanje osobne i opće sigurnosti osoba koji ih koriste.

Ključne riječi: pređa, čvor, izviđački čvor, vlačna svojstva, čvrstoća

# SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 2. TEORIJSKI DIO .....  | 2  |
| 2.1. Vrste pređa .....  | 2  |
| 2.2. Osnove užeta i čvorova .....                             | 3  |
| 2.3. Dijelovi i nazivlje užeta .....                          | 5  |
| 2.4. Izviđaštvo i vrste čvorova .....                         | 6  |
| 3. EKSPERIMENTALNI DIO.....                                   | 7  |
| 3.1. Uzorci za ispitivanje.....                               | 7  |
| 3.1.1. Osmičasti čvor (Figure eight knot – IČ1) .....         | 8  |
| 3.1.2. Dupli osmičasti čvor (Figure eight double – IČ2) ..... | 8  |
| 3.1.3. Ambulantni čvor (Square knot – IČ3) .....              | 9  |
| 3.1.4. Obični čvor (Overhand knot – IČ4).....                 | 9  |
| 3.1.5. Bakin čvor (Granny knot – IČ5).....                    | 10 |
| 3.1.6. Dvostruki obični čvor (Double overhand – IČ6).....     | 10 |
| 3.1.7. Brodski čvor (Bowline – IČ7).....                      | 11 |
| 3.1.8. Dupli obični čvor (Overhand bow – IČ8).....            | 11 |
| 3.1.9. Larkov čvor (Lark’s head – IČ9) .....                  | 12 |
| 3.2. Ispitivanje vlačnih svojstava pređe .....                | 13 |
| 4. REZULTATI .....  | 14 |
| 5. RASPRAVA.....  | 30 |
| 6. ZAKLJUČAK .....  | 32 |
| 7. LITERATURA.....  | 33 |

# 1. UVOD

Kada govorimo o čvorovima, vjerojatno nikada nećemo saznati kada je čovjek zapravo zavezao prvi čvor. Vjeruje se da pronalazak čvorova nije neko veliko otkriće, no sasvim sigurno su čvorovi raznih oblika pomogli ljudima da si olakšaju svakodnevicu. Kada govorimo o izviđačkim čvorovima vrlo je bitno da izviđači budu upoznati sa vrstom i načinima vezivanja čvorova radi osobne i opće sigurnosti.

Temeljne karakteristike čvorova su: sigurnost, nosivost, svrsishodnost, jednostavnost i razvezljivost. Također, veoma je bitna i čvrstoća tih čvorova.

Cilj ovog završnog rada je kroz eksperimentalni dio ispitati vlačna svojstva pređe vezane u različite vrste izviđačkih čvorova, te utvrditi koji čvor ima najveće vrijednosti.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Vrste pređa

Pređa je opći naziv za linearnu tekstilnu tvorevinu vrlo velike duljine i takvih svojstava koja omogućuju njenu preradivost u složenije plošne proizvode. Treba postojati mogućnost primjene bilo koje tekstilno-mehaničke tehnologije; kao što su tkanje, pletenje, čipkanje, šivanje, itd. Svojstva koja određuju pređu su: veća ili manja rastezljivost, elastičnost, finoća, mekoća, tvrdoća, punoća, voluminoznost, dlakavost, sjaj, glatkoća, jednolikost debljine, krutost, savitljivost [1].

#### **Predene pređe**

Predena pređa je naziv za pređu od vlasastih vlakana bilo prirodnih, umjetnih ili mješovitih. Preoblikovanja kratkih vlakana u čvrstu nit provodi se predenjem odatle i naziv predena pređa. Vlakna se moraju međusobno povezivati u kompaktnu dugačku nit. Postoje dva sustava predenja: pamučarski (predenje pamučnih vlakana) i vunarski (primjenjuje se za vunu, dlaku i umjetna vlakna) [1].

#### Vrste predenih pređa:

*Jednonitna pređa ili jednostavna* – sastoji se od jedne dugačke niti građene od međusobno uvijenih vlakana.

*Višenitne pređe* – sastoje se od dvije ili više niti jednostavnih predenih pređa međusobno uvijenih, nazvane končane pređe. Sve niti višenitne pređe međusobno uvijene postupkom končanja nazivaju se jednostavne končane pređe. Pređe složenih konstrukcija nazivaju se končane pređe ili kabel, odnosno kord pređe.

*Strukana pređa* – je pojam koji se odnosi na dvo- ili višenitnu pređu u kojoj jednonitne komponente gotovo nisu međusobno uvijene [1].

#### **Filamentne pređe**

Filamentne pređe imaju veliku, gotovo neograničenu duljinu, pa se filamentne pređe dobivaju direktno u tvornici umjetnih vlakana. Više filamentnih niti udružuje se uz međusobno lagano uvijanje, čime se dobiva multifilamentna pređa. Filamentna pređa može se sastojati od samo jednog grubog filameta koji može biti uvijen ili neuvijen, tada govorimo o monofilamentnoj pređi. Glatke filamentne pređe se prerađuju u oblik sličniji predenim pređama što se dobiva



teksturiranjem. Teksturirana pređa znatno je voluminoznija, rastezljivija i elastičnija, te se često koristi za izradu pletiva [1].

### **Efektne pređe**

Termin efektne pređe obuhvaća razne vrste pređa za koje je karakteristično da se ističu nekom posebnom karakteristikom, zahvaljujući kojoj se na površinu plošnog proizvoda javljaju posebni vizualni efekti. To mogu biti čvoriči, petljice, zadebljanja i dr. Upravo na temelju posebno stvorenog efekta, takve pređe često dobivaju naziv [1].

## **2.2. Osnove užeta i čvorova**

Uže i čvorovi imaju mnogo veće značenje, nego što su ljudi skloni misliti, te sežu daleko u prošlost. Prva civilizacija koja je proizvodila užeta na industrijskoj razini bili su drevni Egipćani. Bile su im potrebne velike količine užeta za vuču ogromnog kamenja, koji su koristili za izgradnju piramida. Razne vještine koje su razvili Kinezi, Egipćani i drugi postupno su se proširile diljem svijeta. Uže i čvorove najviše su koristili ribari, no ubrzo svatko tko je bio uključen u različite aktivnosti na otvorenom shvaća važnost užeta i čvorova, bilo da se koristi za planinarenje, kampiranje, preživljavanje u prirodi ili pomorstvu. Različite aktivnosti kreću od kuće, gradnje mostova i brodova, preko tkanja i proizvodnje tkanine. U davninama su korišteni čvorovi za postavljanje zamki, korištenje lukova i strijela, te skloništa. Ukrasni čvorovi, poput pletenica, upleta i sličnog koristili su se za rekreacijske svrhe. Postoji mogućnost da su se kineski rano pisani simboli razvili iz čvorova. Kulture kao što su Zuñi iz Novog Meksika i peruanske Inke, koristili su se sustavom gdje su čvorovi služili kao simboli za označavanje brojeva, te je broj simboliziran vezivanjem odgovarajućeg broja jednostavnih čvorova u nizu. Ovaj „jezik“ od simbola čvorova je poznat kao khipu. Clifford W. Ashley (1881.–1947.), bio je jedan od vodećih svjetskih stručnjaka za čvorove i vezivanje čvorova. Autor je knjige *The Ashley Book of Knots* objavljenje 1944. godine. Ashley u knjizi opisuje 3800 čvorova i 7000 crteža.

Tijekom povijesti, čvorovi i vezani konopi imali su veliku važnost jer su se koristili kao kalendari i za bilježenje važnih događaja. Čvorove nalazimo i u mitologiji, pa je tako najpoznatiji mitološki čvor, onaj gordijski kojega je Aleksandar Makedonski presjekao mačem [2].

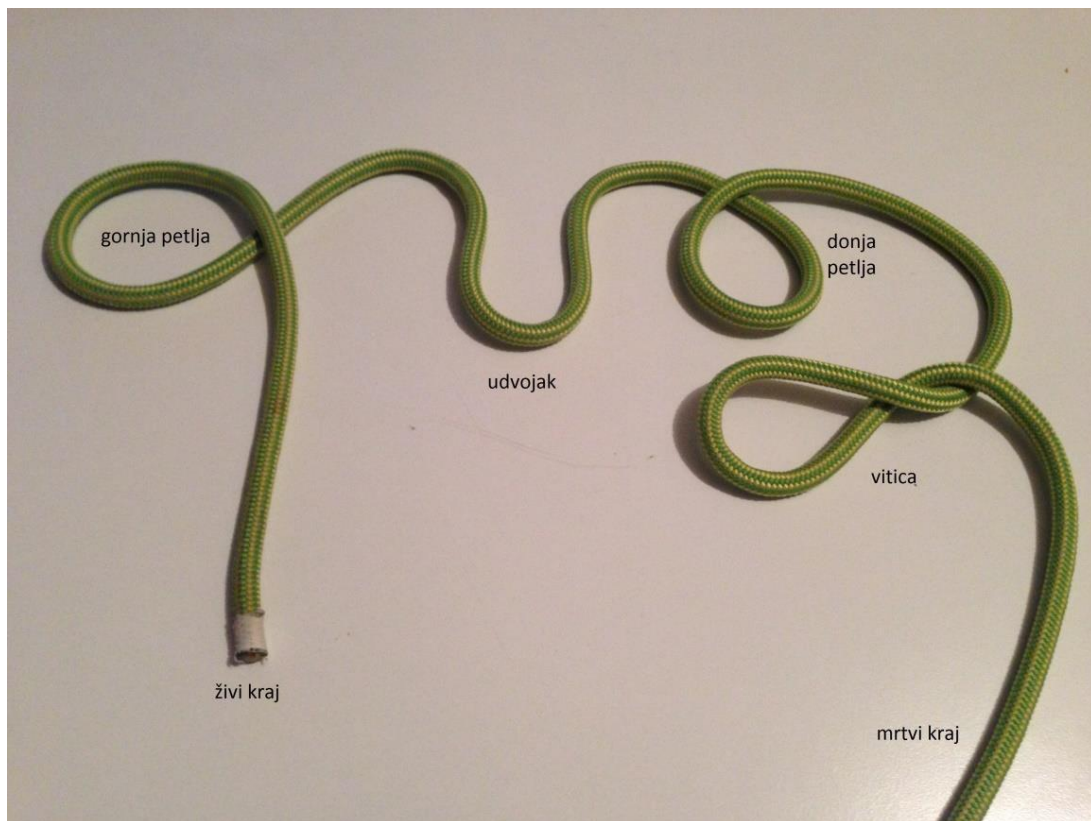
Do 20. stoljeća uže se izrađivalo od biljnih vlakana iz različitih izvora: stabljike biljaka, kao što su lan i konoplja, listovi agave (sisal) i abaka (indijska konoplja), vlaknaste ljuske kokosa (kokosovo vlakno), svila, vuna, devina dlaka i ljudska kosa, uz to što su prirodna vlakna privlačna, imaju i svojih nedostataka. Nemoguće je odvezati čvor od prirodnog vlakna ukoliko se ono namoči. U ledenim će se uvjetima ta užad smrznuti, a krhka vlakna se lome i oštećuju, te se čvrstoća uža smanjuje. Takva užad nije otporna na pljesni, truli i slabi uslijed biološkog utjecaja bakterija i insekata, te ne može podnijeti puno trenja. Za proizvodnju užeta najviše je korištena indijska konoplja. Vlakna indijske konoplje dobivaju se od stabljike biljke *cannabis sativa* i najsnažnije su uže od prirodnih vlakana, iako nemaju dugu trajnost zbog truljenja. Vlakna manile se dobivaju od listova biljke *musa textilis*, užad napravljena od tih vlakana, također je vrlo čvrsta, ali je i trajnija. Manila se koristila sve do drugog svjetskog rata, ali se danas može nabaviti samo u specijalnim radionicama i to po vrlo visokim cijenama.

Užad od prirodnih vlakana je čvrsta, ali ne kao sintetička užad koja je izrađena od vlakana neprekinute duljine. Najlonsko uže više je nego dvostruko čvršće od manila užeta jednake duljine, te je upola lakše i četiri puta trajnije. Sva sintetička užad ima skoro iste karakteristike: visoka čvrstoća, izdržljivost, dobra sorpcijska svojstva, ne trule, niti gube čvrstoću u morskoj vodi i uglavnom su otporna na kemijska oštećenja. Također, sintetička užad se može obojiti, a to znači da boja može ukazivati na njihovu upotrebu. Iako su otpornija sintetička užad isto tako ima svojih mana, bas kao i užad od prirodnih vlakana. Sintetička užad osjetljiva je na toplinu koja nastaje uslijed trenja, veoma su glatka, te se lako mogu odvezati [2].

### 2.3. Dijelovi i nazivlje užeta

Kraj užeta koji aktivno sudjeluje u vezivanju čvorova poznat je kao živi kraj. Preostali dio užeta zove se mrtvi kraj (kako bi se lakše prepoznalo koji je kraj živi, korisno je označiti ga ljepljivom trakom u boji ili nekom drugom oznakom koja olakšava prepoznavanje).

Zakrivljeni dio užeta u obliku slova 'U' čini kružni otvor ili udvojak. Duljina zakrivljenog dijela ovisi o vrsti čvora koji se veže. Kad se dva susjedna dijela užeta križaju, udvojak postaje petlja. U tom slučaju živi kraj užeta leži iznad mrtvog kraja i time čine gornju petlju. Isto tako postoji i obrnut slučaj gdje živi kraj leži ispod mrtvog kraja te tako nastaje donja petlja. Ukoliko se napravi još jedan pregib, dobit će se vitica (slika 1) [3].



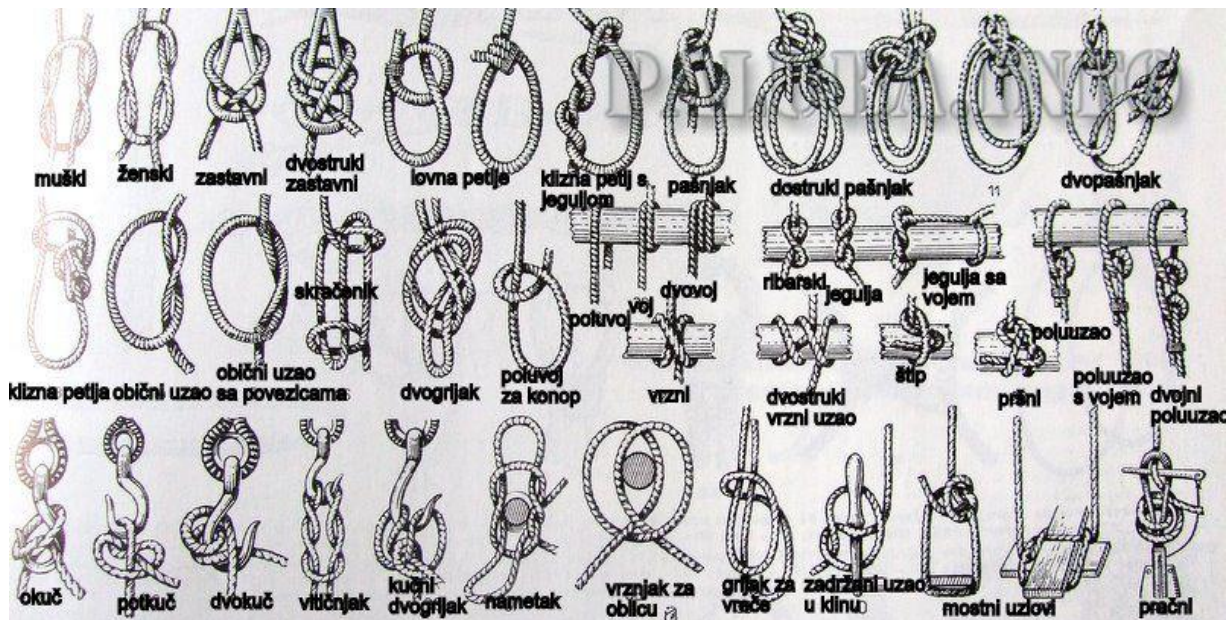
Slika 1. Dijelovi i nazivlje užeta[3]

## 2.4. Izviđaštvo i vrste čvorova

Imena mnogih čvorova podsjećaju na njihovo porijeklo, mnogima su se imena izmijenila ovisno o novoj namjeni, a mnogi imaju više imena. Čovjek neprestano traga za nečim novim, između ostalog pronalazi i nove čvorove pa se njihov popis neprekidno dopunjava. Svaki je čvor moguće svezati na više načina. Alpinist se može naći u situaciji da mu sigurnost ovisi o brzini kojom će zavezati neki čvor ili pak da bude u stanju potrebni čvor zavezati jednom rukom ili u mraku. U alpinizmu i špiljarstvu udomaćila se grupa čvorova raznog porijekla pa i onih nastalih samo za ove potrebe [3].

Izviđači su pokret za djecu i mladež, a u ostvarivanju ciljeva i programa im pomažu odrasli članovi organizacije. Izviđači se pretežno bave upoznavanjem prirode, kao i vezivanjem čvorova, te učenjem korisnih vještina koje im mogu pomoći u budućem životu kako u civiliziranom svijetu, tako i u divljini [4].

Robert Baden Powell je prvi pokrenuo izviđački pokret 1907. u Velikoj Britaniji. Njegovo iskustvo časnika za vrijeme Burskog rata u Južnoafričkoj republici pokazalo mu je koja znanja su potrebna tadašnjem mladom čovjeku, kako bi se lakše snašao u divljini i svakodnevnom životu. Ubrzo je ideja o takvom odgoju mladih zaživjela i u drugim državama svijeta [5].



Slika 2. Različite vrste čvorova [6]

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu ovog završnog rada ispitana su vlačna svojstva pređa vezanih u izviđačke čvorove. Utvrđene su vrijednosti prekidnog istežanja, prekidne sile, rada do prekida čvrstoće.

#### 3.1. Uzorci za ispitivanje

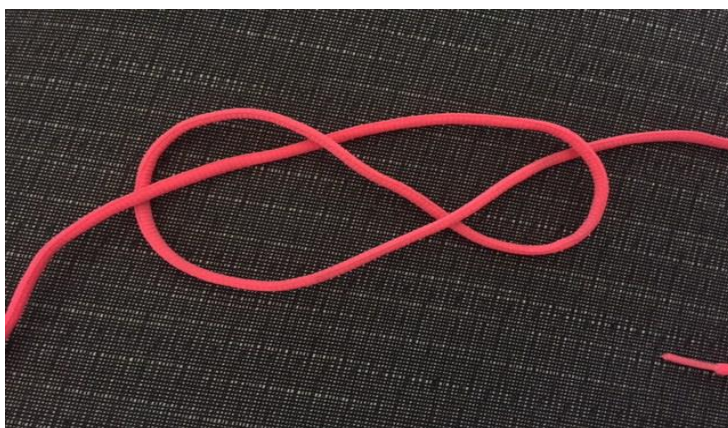
Ispitivanje je vršeno na kabel pređi čija je struktura sljedeća: 20 tex x 2 x 3, odnosno, ukupna finoća 120 tex. Za ispitivanje je priređeno 10 uzoraka od kojih je uzorak 1 pređa bez čvora, a svi ostali uzorci su vezani različitim izviđačkim čvorovima. Nazivi primijenjenih izviđačkih čvorova navedeni su u tablici.

Tablica 1. Nazivi primijenjenih izviđačkih čvorova

| OZNAKA UZORKA | NAZIV ČVORA           |
|---------------|-----------------------|
| IČ0           | Bez čvora             |
| IČ1           | Osmičasti čvor        |
| IČ2           | Dupli osmičasti čvor  |
| IČ3           | Ambulantni čvor       |
| IČ4           | Obični čvor           |
| IČ5           | Bakin čvor            |
| IČ6           | Dvostruki obični čvor |
| IČ7           | Brodski čvor          |
| IČ8           | Dupli obični čvor     |
| IČ9           | Larkov čvor           |

### 3.1.1. Osmičasti čvor (Figure eight knot – IČ1)

Osmičasti čvor vrlo je važan čvor koji se često koristi. Svojstvo mu je velika pouzdanost, odnosno mala vjerojatnost slučajnog odvezivanja. Nasuprot tome, i nakon najvećih opterećenja, moguće ga je relativno lako ciljano odvezati. Upotrebljava se za izradu sidrišta, navezivanje za pojas penjača u alpinizmu, špiljarstvu i sportskom penjanju i uopće u različitim situacijama u kojima je potreban čvrst i pouzdan čvor [7].



Slika 3. Osmičasti čvor

### 3.1.2. Dupli osmičasti čvor (Figure eight double – IČ2)

Dupli odmičarski čvor baziran je na običnom osmičarskom čvoru. Nadogradnje na vezivanje , u odnosu na običan čvor, čine ga čvršćim i izdržljivijim.



Slika 4. Dupli osmičarski čvor

### 3.1.3. Ambulantni čvor (Square knot – IČ3)

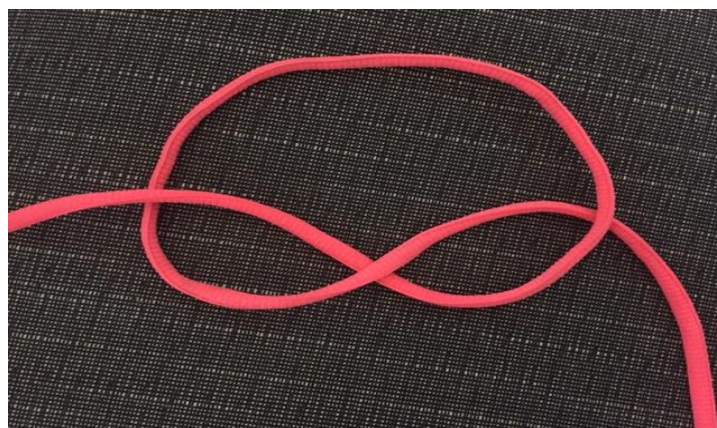
Ambulantni čvor najčešće služi za vezanje dva jednako debela užeta. U literaturi je također poznat kao muški čvor. Malen je i, prema navodima korisnika, nikada ne popušta. Primjena je, osim u izviđaštvu, najčešća u prvoj pomoći i to za vezivanje zavoja ili trokutaste marame [8].



Slika 5. Ambulantni čvor

### 3.1.4. Obični čvor (Overhand knot – IČ4)

Ovo je najjednostavniji čvor koji se može zavezati, i čini početnu točku vezanju mnogih drugih čvorova. Obični čvor već sam po sebi služi kao zaustavni čvor, ali kada se stegne, teško se razvezuje. Izviđači rijetko kada koriste ovaj čvor jer ga je teško razvezati kada je užo mokro, te ga je teško razvezati na tankom koncu ili uzici [9].



Slika 6. Obični čvor

### 3.1.5. Bakin čvor (Granny knot – IČ5)

Bakin čvor poznat je i pod nazivom ženski čvor. Vrlo je sličan ambulantom čvoru (za koji se ponekad koriste i termini muški čvor). Najčešće se dobiva uslijed pogrešnog vezanja ambulantom čvora. Sastoji se od dva polučvora. Karakteristično je za ovaj čvor što mrtvi i živi kraj, desnog i lijevog konopa izlazi sa različitih strana. Zbog nesimetričnosti, neophodno je krajeve dodatno osigurati pošto se sam čvor lako razveže [10].



Slika 7. Bakin čvor

### 3.1.6. Dvostruki obični čvor (Double overhand – IČ6)

Ako se živi kraj dva puta provuče kroz petlju jednostavnog običnog čvora, dobije se dvostruki obični čvor. Za isti je karakteristično da se teško razvezuje kad se jednom čvršće stegne.

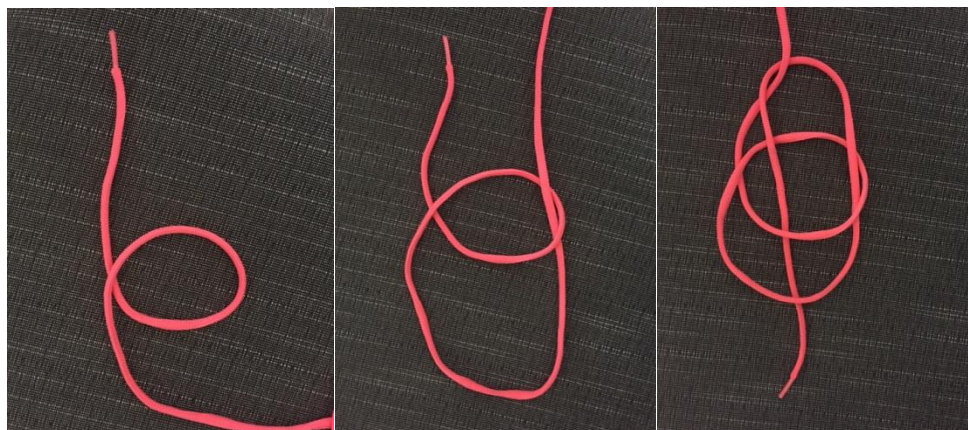


Slika 8. Dvostruki obični čvor



### 3.1.7. Brodski čvor (Bowline – IČ7)

Služi da deblo, neki predmet ili čovjeka čvrsto vežemo i stegnemo, bez straha da će se čvor odvezati ili da će se sklizanjem još jače stegnuti; vrlo je koristan i siguran prilikom spašavanja unesrećenog ili penjanja po strmom terenu [8].



Slika 9. Brodski čvor u fazama

### 3.1.8. Dupli obični čvor (Overhand bow – IČ8)

Najjednostavniji, a ujedno i najstariji čvor. Svejedno je ostao visoko rangirani po pitanju sigurnosti bez obzira na veliki broj čvorova koji su uslijedili. Čvor je kojeg znaju svi vezati, no postoje različite varijante. Kako bi se postigla dodatna sigurnost na živim krajevima se može zavezati obični čvor koji poprima ulogu sigurnog čvora. Zaustavlja proklizavanje, te potencijalno odvezivanje [3].



Slika 10. Dupli obični čvor

### 3.1.9. Larkov čvor (Lark's head – IČ9)

Larkov čvor je najkorisniji kod vezanja tankog užeta na deblo; nekima je možda poznat i kao kaubojski čvor [11].



Slika 11. Larkov čvor

### 3.2. Ispitivanje vlačnih svojstava pređe

Vlačna svojstva pređe ispitivana su na dinamometru Statimat M njemačke tvrtke Textechno. Za ispitivanje je korištena norma HRN ISO 2062-2003. Ispitivanje je provedeno uz preopterećenje  $0,5 \pm 0,1 \text{ cN} \cdot \text{tex}^{-1}$  i konstantnom brzinom  $v=200 \text{ mm/min}$ . Koristile su se dvije pneumatske aktivirane stezaljke od kojih je gornja statična, a donja pričvršćena na klizač za rastezanje. Razmak između stezaljki dinamometra bio je 100 mm. Dinamometar je povezan s računalom koji ima program za postavljanje parametara ispitivanja, kompletnu obradu podataka i grafički prikaz. Uzimane su pojedinačne niti pređe stegnute između stezaljki koje su podvrgavane djelovanju vlačne sile do prekida. Na sredini mjerne duljine pređe, vezan je izviđački čvor pa se uslijed toga, materijal uz vlačnu silu, opterećuje i silom savijanja na mjestu čvora. Zbog usporedbe rezultata, na uzorku 1 nije vezan čvor [1].



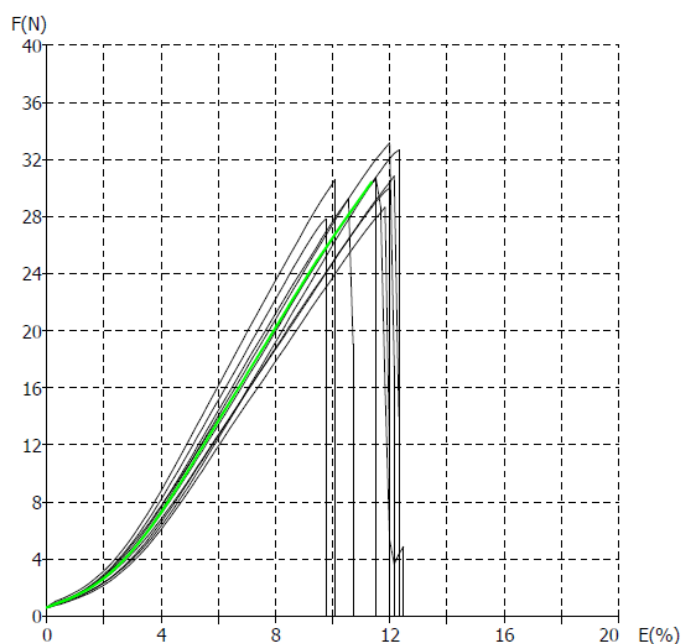
Slika 12. Dinamometar tt. Textechno

## 4. REZULTATI

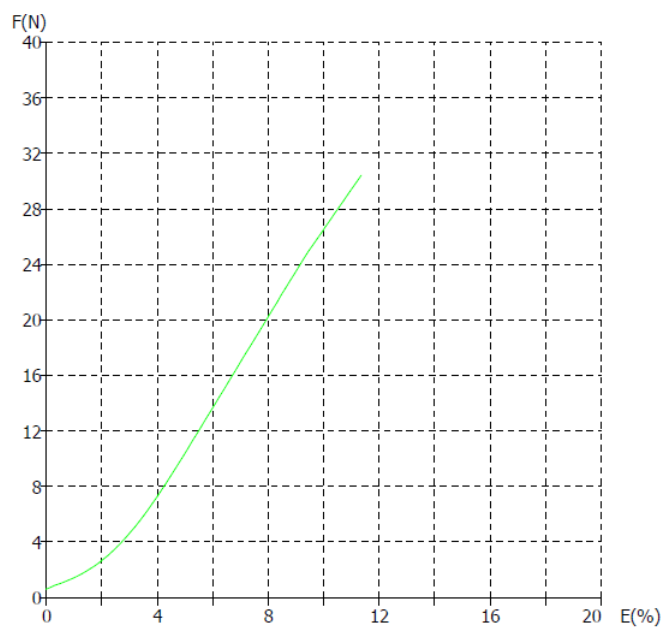
U sklopu poglavlja Rezultati, prikazani su rezultati ispitivanja vlačnih svojstava pređe vezanih u razne izviđačke čvorove. Rezultati ispitivanja prikazani su u tablicama. Također dani i F/E dijagrami pojedinačnih mjerenja, te F/E dijagrami prosječnih vrijednosti.

Tablica 2. Vlačna svojstva uzorka IČ0

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 11,47 %            | 0,91                  | 7,95                   | 9,81                 | 12,32                 |
| PREKIDNA SILA      | 30,63 N            | 1,64                  | 5,36                   | 27,91                | 33,45                 |
| RAD DO PREKIDA     | 15,85 N*cm         | 1,95                  | 12,28                  | 12,18                | 18,48                 |
| ČVRSTOĆA           | 25,53 tex          | 1,37                  | 5,36                   | 23,25                | 27,87                 |



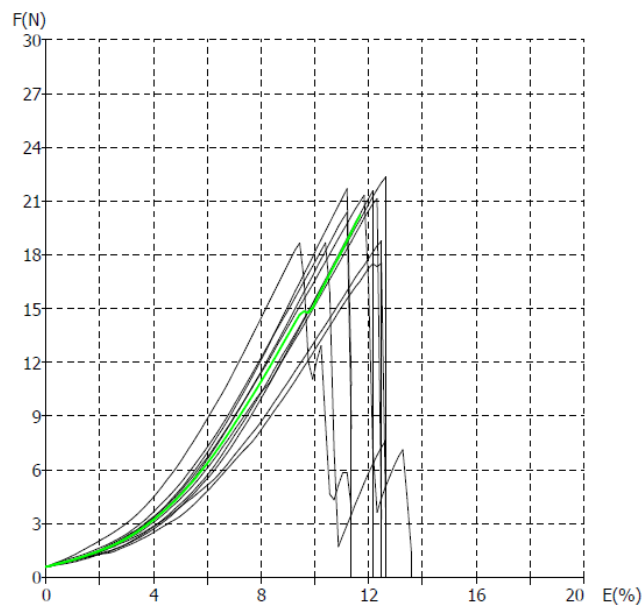
Slika 13. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ0



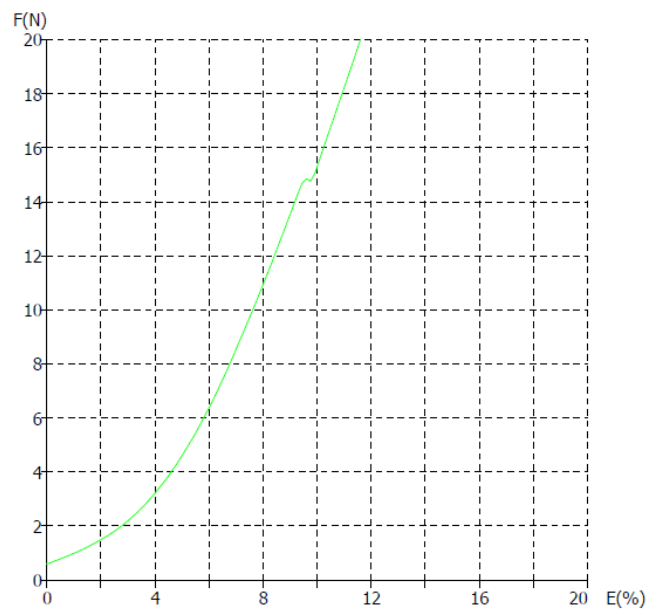
Slika 14. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ0

Tablica 3. Vlačna svojstva uzorka IČ1

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 11,70 %            | 1,04                  | 8,85                   | 9,49                 | 12,66                 |
| PREKIDNA SILA      | 20,38 N            | 1,63                  | 7,99                   | 17,75                | 22,36                 |
| RAD DO PREKIDA     | 9,33 N*cm          | 1,13                  | 12,07                  | 7,22                 | 10,93                 |
| ČVRSTOĆA           | 16,98 tex          | 1,36                  | 7,99                   | 14,79                | 18,64                 |



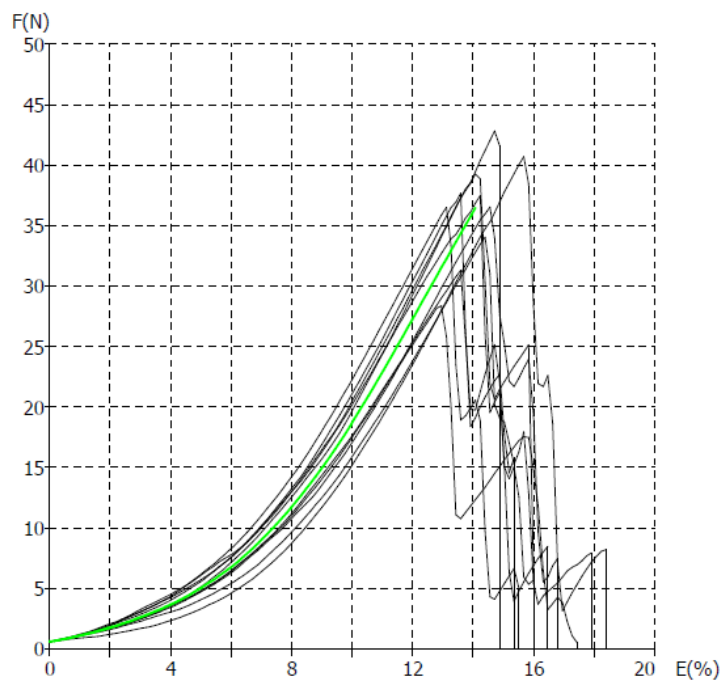
Slika 15. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ1



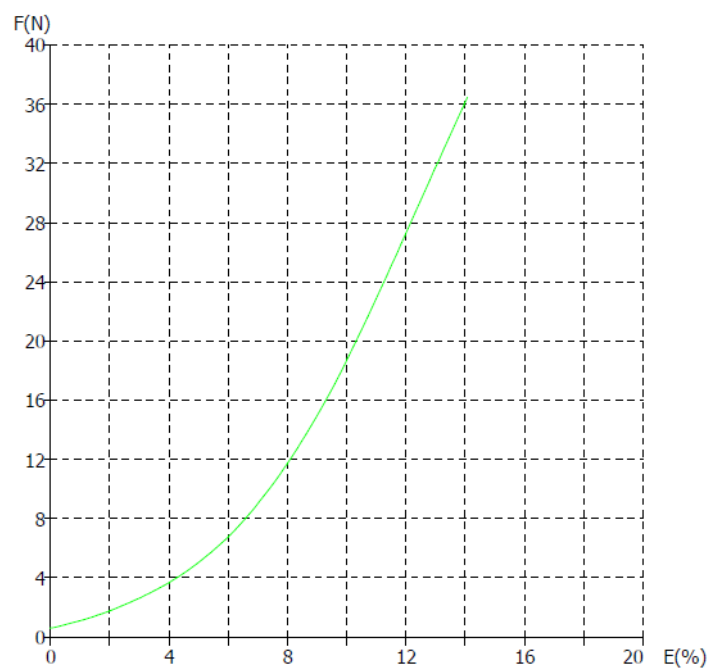
Slika 16. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ1

Tablica 4. Vlačna svojstva uzorka IČ2

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 14,17 %            | 0,85                  | 6,02                   | 12,90                | 15,82                 |
| PREKIDNA SILA      | 36,77 N            | 4,44                  | 12,08                  | 28,42                | 43,33                 |
| RAD DO PREKIDA     | 18,91 N*cm         | 2,81                  | 14,84                  | 13,49                | 22,71                 |
| ČVRSTOĆA           | 30,64 tex          | 3,70                  | 12,08                  | 23,68                | 36,11                 |



Slika 17. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ2

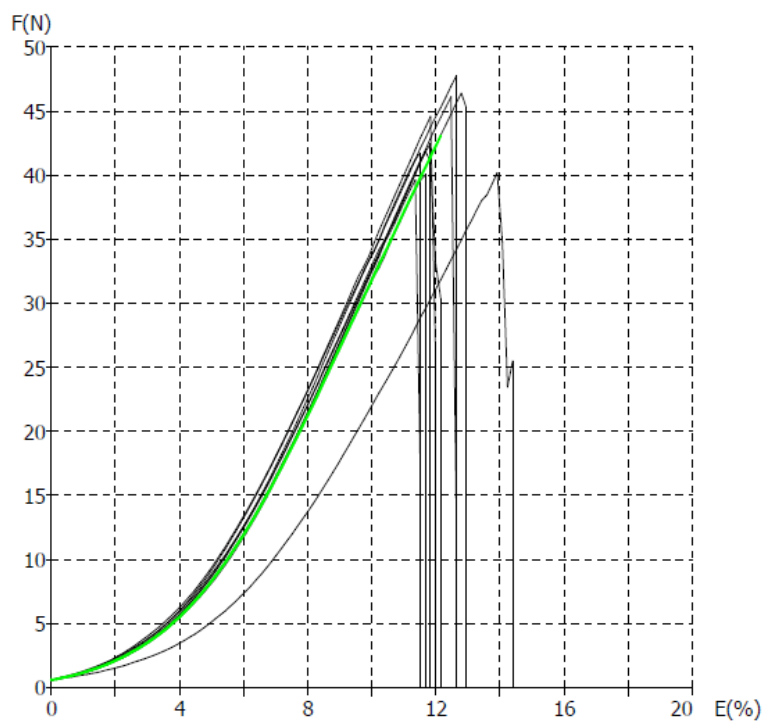


Slika 18. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ2

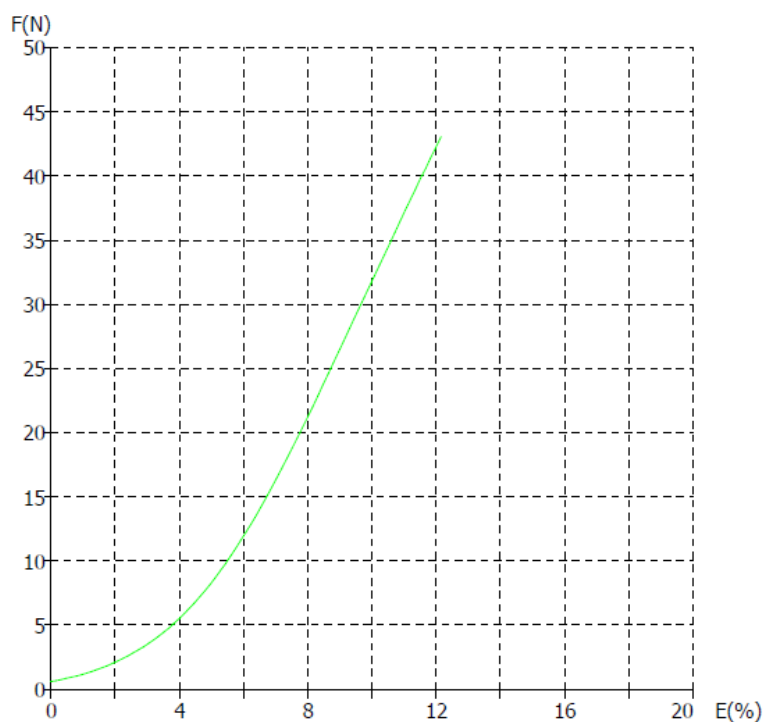
Tablica 5. Vlačna svojstva uzorka IČ3

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 12,24 %            | 0,80                  | 6,50                   | 11,40                | 14,01                 |
| PREKIDNA SILA      | 43,36 N            | 2,95                  | 6,81                   | 39,82                | 48,00                 |
| RAD DO PREKIDA     | 20,10 N*cm         | 2,31                  | 11,52                  | 17,22                | 23,65                 |
| ČVRSTOĆA           | 36,13 tex          | 2,46                  | 6,81                   | 33,18                | 40,00                 |





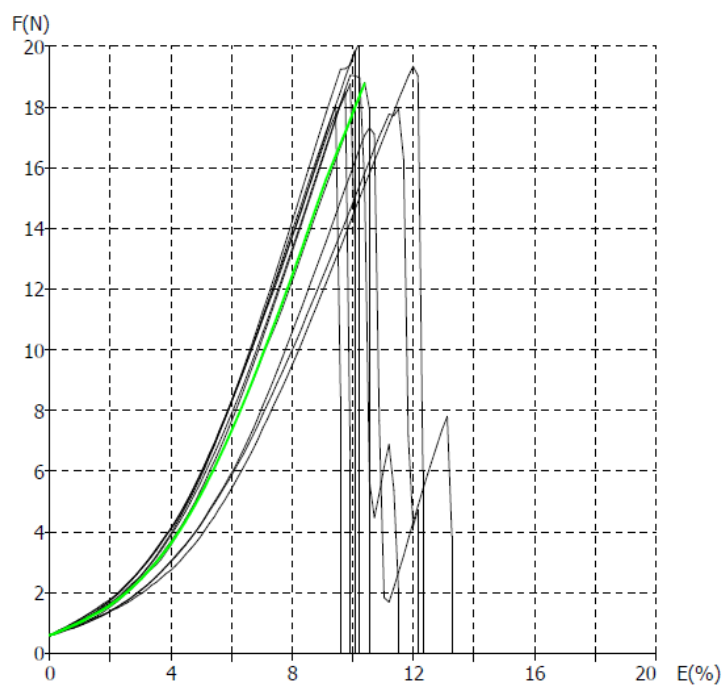
Slika 19. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ3



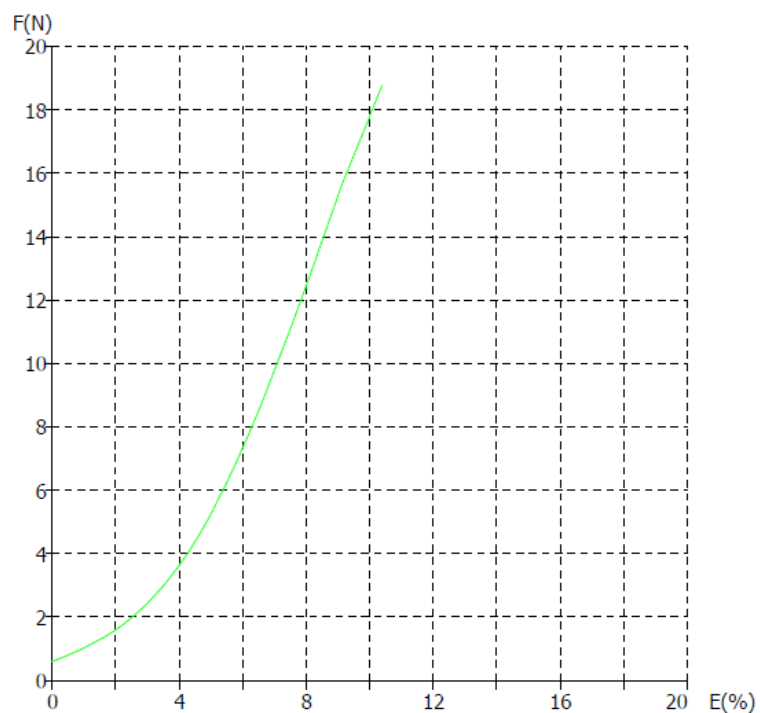
Slika 20. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ3

Tablica 6. Vlačna svojstva uzorka IČ4

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 10,46 %            | 0,79                  | 7,57                   | 9,56                 | 12,05                 |
| PREKIDNA SILA      | 18,95 N            | 0,89                  | 4,71                   | 17,35                | 20,37                 |
| RAD DO PREKIDA     | 7,86 N*cm          | 0,79                  | 10,05                  | 6,82                 | 9,29                  |
| ČVRSTOĆA           | 15,79 tex          | 0,74                  | 4,71                   | 14,46                | 16,98                 |



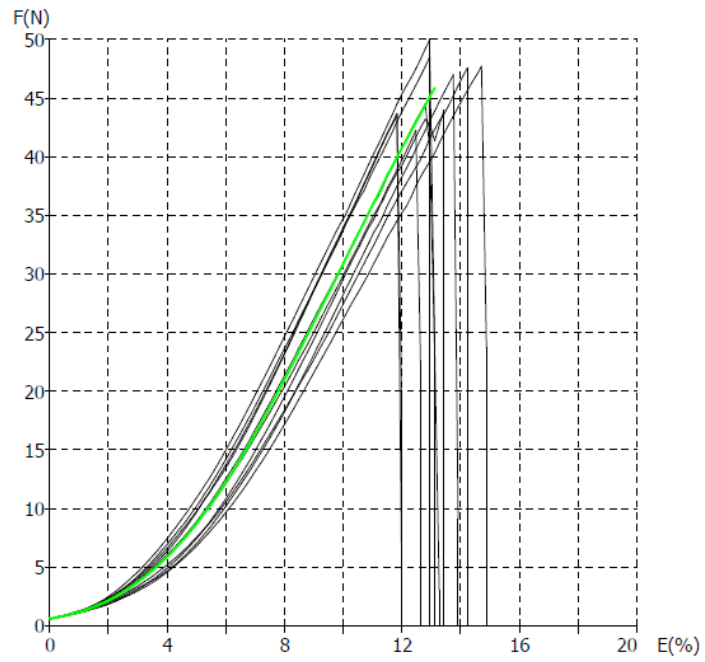
Slika 21. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ4



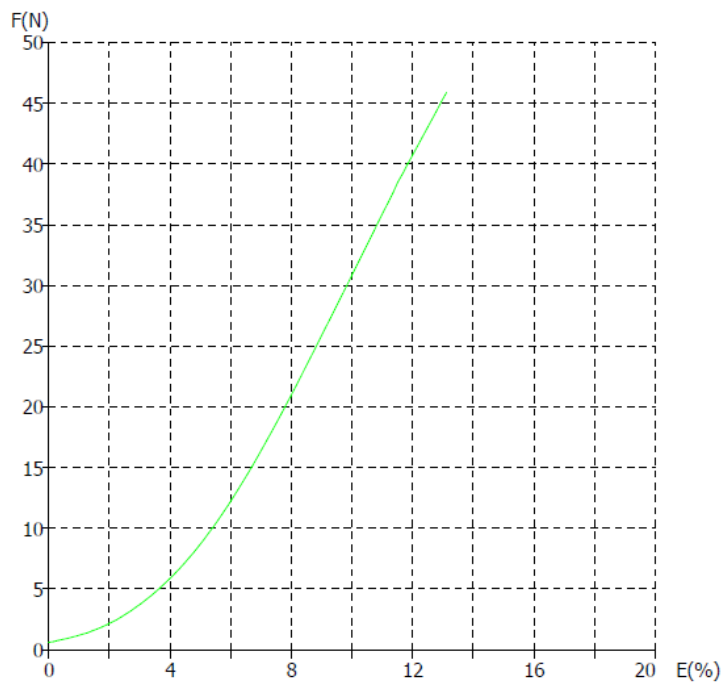
Sl.ika 22. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ4

Tablica 7. Vlačna svojstva uzorka IČ5

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 13,20 %            | 0,95                  | 7,20                   | 11,93                | 14,86                 |
| PREKIDNA SILA      | 46,28 N            | 2,54                  | 5,49                   | 42,90                | 50,15                 |
| RAD DO PREKIDA     | 23,99 N*cm         | 2,87                  | 11,98                  | 20,02                | 27,73                 |
| ČVRSTOĆA           | 38,57 tex          | 2,12                  | 5,49                   | 35,75                | 41,79                 |



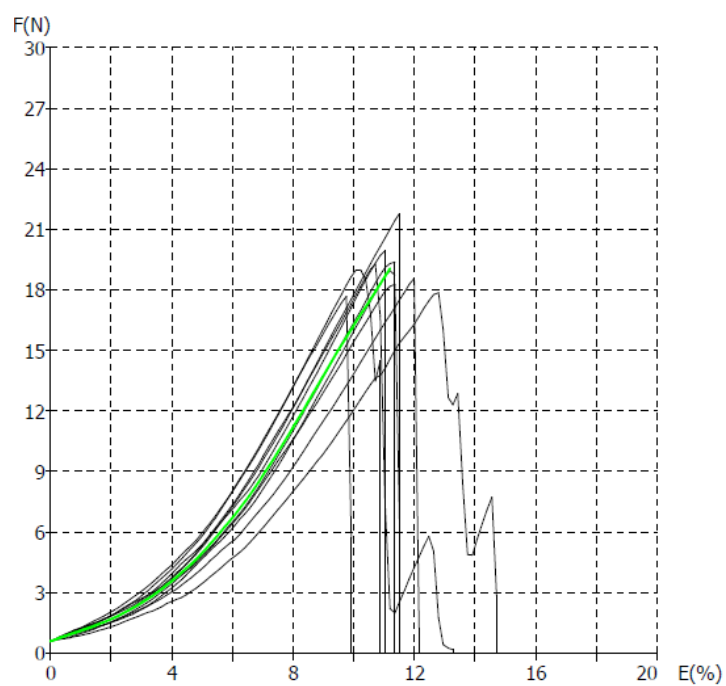
Slika 23. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ5



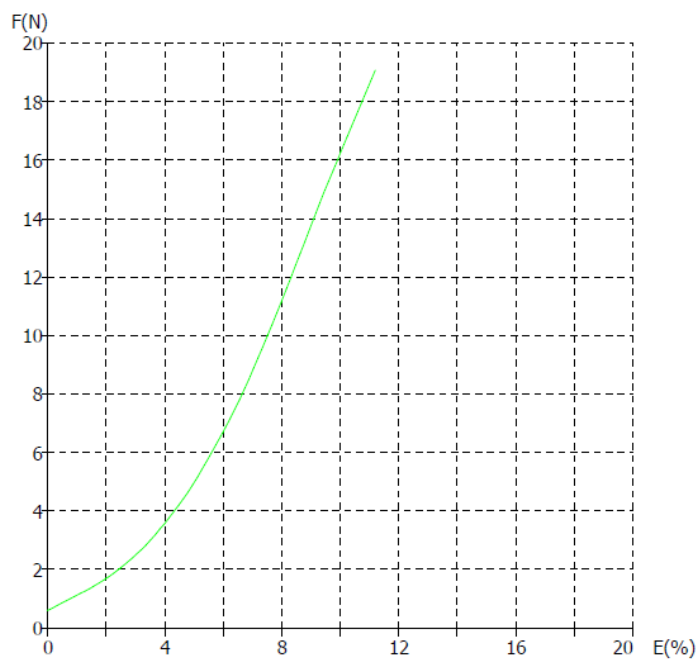
Slika 24. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ5

Tablica 8. Vlačna svojstva uzorka IČ6

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 11,21 %            | 0,85                  | 7,62                   | 9,81                 | 12,78                 |
| PREKIDNA SILA      | 19,13 N            | 1,17                  | 6,13                   | 17,76                | 21,80                 |
| RAD DO PREKIDA     | 8,62 N*cm          | 0,72                  | 8,32                   | 7,22                 | 10,05                 |
| ČVRSTOĆA           | 15,94 tex          | 0,98                  | 6,13                   | 14,80                | 18,17                 |



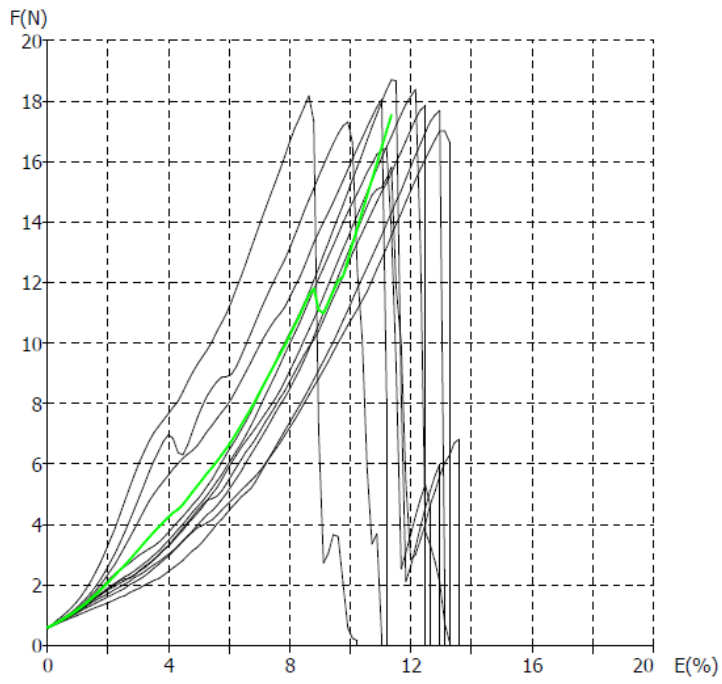
Slika 25. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ6



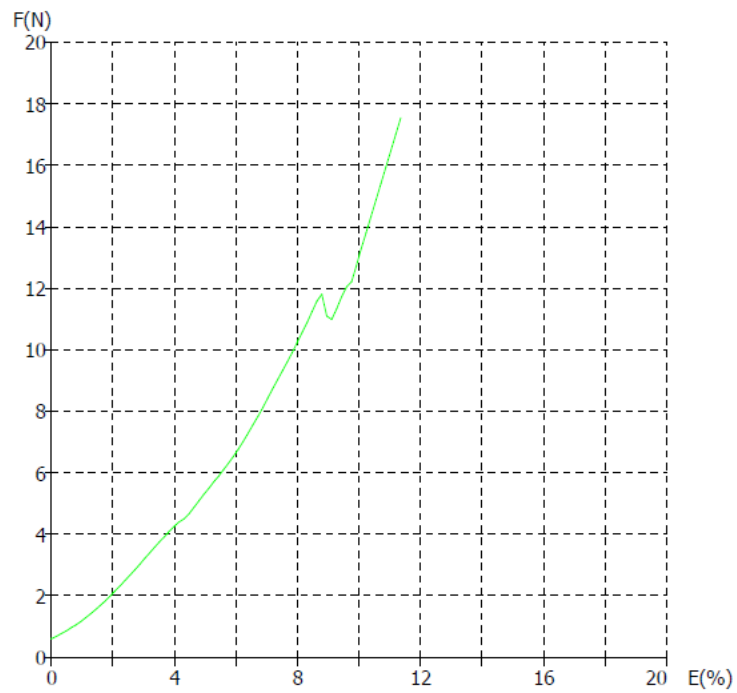
Slika 26. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ6

Tablica 9. Vlačna svojstva uzorka IČ7

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 11,44 %            | 1,34                  | 11,71                  | 8,74                 | 13,03                 |
| PREKIDNA SILA      | 17,61 N            | 0,94                  | 5,33                   | 15,84                | 18,82                 |
| RAD DO PREKIDA     | 8,57 N*cm          | 0,71                  | 8,31                   | 7,28                 | 9,32                  |
| ČVRSTOĆA           | 14,67 tex          | 0,78                  | 5,33                   | 13,21                | 15,68                 |



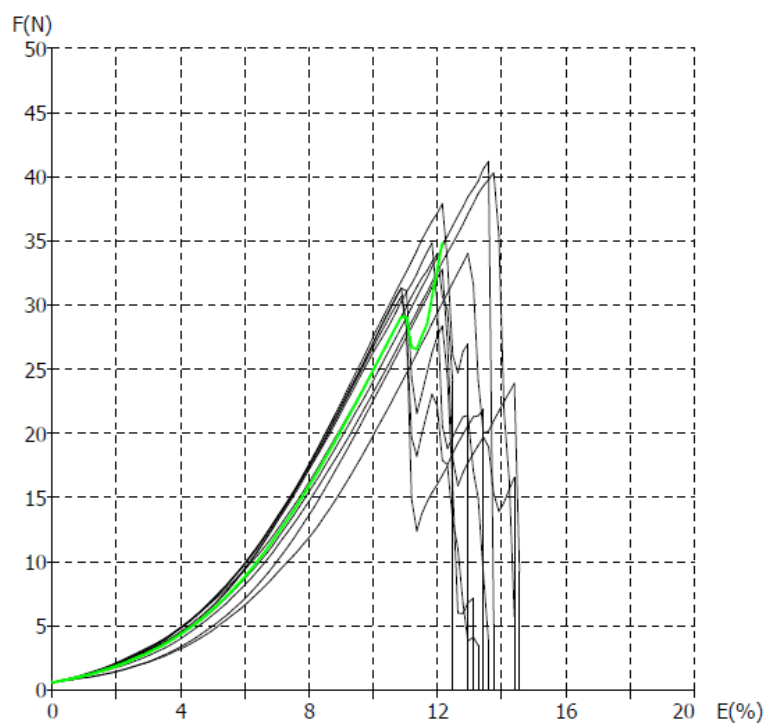
Slika 27. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ7



Slika 28. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ7

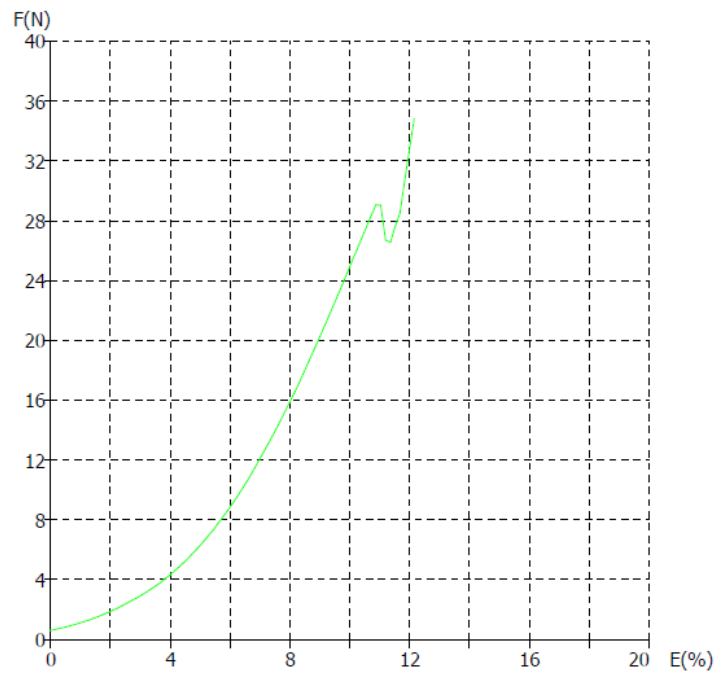
Tablica 10. Vlačna svojstva uzorka IČ8

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 12,19 %            | 1,07                  | 8,76                   | 10,97                | 13,89                 |
| PREKIDNA SILA      | 35,10 N            | 3,70                  | 10,53                  | 31,06                | 41,24                 |
| RAD DO PREKIDA     | 15,82 N*cm         | 3,01                  | 19,06                  | 12,65                | 20,84                 |
| ČVRSTOĆA           | 29,25 tex          | 3,08                  | 10,53                  | 25,89                | 34,36                 |



Slika 29. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ8

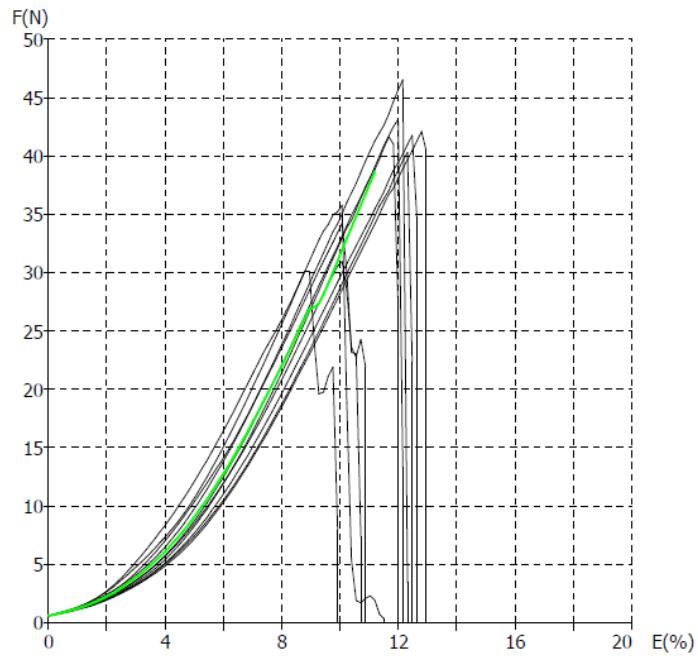




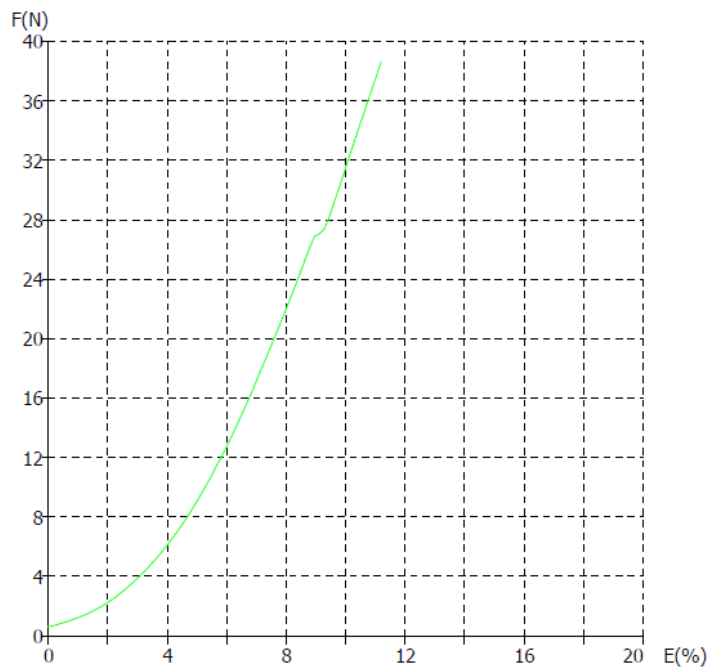
Slika 30. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ8

Tablica 11. Vlačna svojstva uzorka IČ9

| Svojstvo           | Srednja vrijednost | Standardna devijacija | Koeficijent varijacije | Minimalna vrijednost | Maksimalna vrijednost |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| PREKIDNO ISTEZANJE | 11,32 %            | 1,38                  | 12,23                  | 8,94                 | 12,95                 |
| PREKIDNA SILA      | 39,00 N            | 5,51                  | 14,14                  | 30,83                | 46,58                 |
| RAD DO PREKIDA     | 17,26 N*cm         | 3,97                  | 22,98                  | 11,27                | 22,01                 |
| ČVRSTOĆA           | 32,50 tex          | 4,60                  | 14,14                  | 25,70                | 38,82                 |



Slika 31. F/E dijagram pojedinačnih vrijednosti mjerenja uzorka IČ9



Slika 32. F/E dijagram prosječne vrijednosti za uzorak IČ9

Prikaz srednjih vrijednosti mjernih rezultata za sve uzorke i sva svojstva dan je u tablici.

Također, dane su i vrijednosti relativne čvrstoće u čvoru određene kao kvocijent vrijednosti prekidne sile pređe vezane u pojedini čvor u odnosu na prekidnu silu pređe bez čvora, te iskazane u postocima.

Tablica 12. Prikaz srednjih vrijednosti mjernih rezultata za sve uzorke i sva svojstva

| UZORAK | SVOJSTVA                    |                        |                             |                            |                     |
|--------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|
|        | PREKIDNO<br>ISTEZANJE,<br>% | PREKIDNA<br>SILA,<br>N | RELATIVNA<br>ČVRSTOĆA,<br>% | RAD DO<br>PREKIDA,<br>N*cm | ČVRSTOĆA,<br>cN/tex |
| IČ0    | 11,47                       | 30,63                  | -                           | 15,85                      | 25,53               |
| IČ1    | 11,70                       | 20,38                  | 66,54                       | 9,33                       | 16,98               |
| IČ2    | 14,17                       | 36,77                  | 120,04                      | 18,91                      | 30,64               |
| IČ3    | 12,24                       | 43,36                  | 141,56                      | 20,10                      | 36,13               |
| IČ4    | 10,46                       | 18,95                  | 61,87                       | 7,86                       | 15,79               |
| IČ5    | 13,20                       | 46,28                  | 151,09                      | 23,99                      | 38,57               |
| IČ6    | 11,21                       | 19,13                  | 62,46                       | 8,62                       | 15,94               |
| IČ7    | 11,44                       | 17,61                  | 57,49                       | 8,57                       | 14,67               |
| IČ8    | 12,19                       | 35,10                  | 14,59                       | 15,82                      | 29,25               |
| IČ9    | 11,32                       | 39,00                  | 127,33                      | 17,26                      | 32,50               |

## 5. RASPRAVA

U eksperimentalnom dijelu ovog završnog rada, na temelju provedenih mjerenja, utvrđene su vrijednosti prekidnog istežanja, prekidne sile, rada do prekida, te čvrstoće pređa vezanih u različite čvorove koji se koriste u izviđaštvu. Sukladno očekivanju, vrijednosti se razlikuju obzirom na primjenjeni izviđački čvor. Upravo te razlike u vrijednostima itekako utječu na konačan ishod pri upotrebi. U ovim slučajevima, radi usporedivosti rezultata, za ispitivanje je korištena pređa finoće 120 tex.

Na temelju provedenog ispitivanja, utvrđeno je da srednja vrijednost prekidnog istežanja najveću vrijednost ima na uzorku IČ2 (dupli osmičasti čvor), te ista iznosi 14,17%. Najmanju vrijednost prekidnog istežanja ima obični čvor (uzorak IČ4) i dvostruki obični čvor (uzorak IČ6). Vrijednost prekidnog istežanja navedenih uzoraka iznosi 10,46%, odnosno 11,21%. Takav rezultat ne začuđuje budući da je na uzorku IČ4 vezan najjednostavniji čvor, koji se lako izvodi - niti se ukriže i donja nit prebaci preko gornje. Čvor koji je vezan na uzorku IČ6 se također izvodi jednako, samo se dva puta provuče kroz petlju.

Što se prekidne sile uzoraka tiče, najveću vrijednost imaju uzorci IČ5 i IČ3. Tako uzorak IČ5 nazvan bakin čvor, ima prekidnu silu od 46,28 N, a uzorak IČ3, odnosno ambulantski čvor ima prekidnu silu od 43,36 N. Za usporedbu, uzorak bez čvora IČ0 ima prekidnu silu 30,63 N. Uzorak IČ4 (obični čvor) i kod prekidne sile pokazao se kao jedan od uzoraka sa najmanjom vrijednosti promatranog svojstva (18,95 N). Tu je još i brodski čvor (uzorak IČ7) koji ima prekidnu silu 17,61 N što je ujedno i najmanja vrijednost u skupini promatranih uzoraka.

Sumarno, na temelju rezultata mjerenja, utvrđeno je da uzorak IČ7, odnosno brodski čvor ima najmanju čvrstoću koja iznosi 14,67 cN/tex. Čvor koji se pri djelovanju vlačne sile dinamometra pokazao najčvršćim je ponovo bakin čvor (uzorak IČ5). Vrijednost čvrstoće uzorka IČ5 iznosi 38,57 cN/tex.

Vezano za najveće vrijednosti rada do prekida, ponovno se bakin čvor pokazao kao uzorak s najvećom vrijednošću koja iznosi 23,99 N\*cm. Najmanji iznos rada do prekida odlikuje nekolicini uzoraka: obični čvor (7,86 N\*cm), brodski čvor (8,57 N\*cm), te dvostruki obični čvor (8,62 N\*cm).

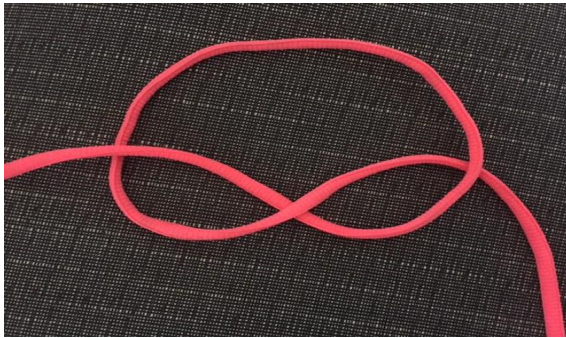


a.

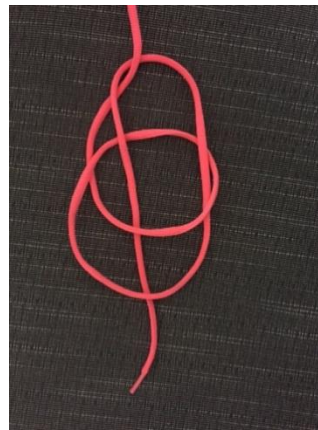


b.

Slika 33. Pređe vezane u čvorove najvećeg prekidnog istezanja (a) i najveće prekidne sile (b)



a.



b.

Slika 34. Pređe vezane u čvorove najmanjeg prekidnog istezanja (a) i najmanje prekidne sile (b)

Vezano uz koeficijente varijacije promatranih uzoraka, odnosno odnos standardne devijacije i aritmetičke sredine, najveća vrijednost prisutna je kod uzorka IČ9, odnosno kod Larkovog čvora. Larkov čvor se koristi kod vezanja i povezivanja debla, te mora biti iznimno čvrst i nepopustljiv. Najmanja kod uzorka IČ4, odnosno običnog čvora.

Najveća vrijednost prekidnog istezanja kod uzorka IČ2, odnosno dupli osmičasti čvor je za očekivati. Dupli osmičasti čvor, iako je baziran na običnom osmičastom čvoru, izuzetno je čvršći i izdržljiviji baš zbog duple pređe.

Najmanju vrijednost prekidnog istezanja ima obični čvor (uzorak IČ4). Takav rezultat ne začuđuje budući da je na uzorku IČ4 vezan najjednostavniji čvor, koji se lako izvodi - niti se ukriže i donja nit prebaci preko gornje. Izviđači ga rijetko koriste jer ga je teško razvezati kada je uže mokro, sam po sebi služi kao zastavni čvor.

## 6. ZAKLJUČAK

Kod izviđača je bitno da čvorovi ne klize i da budu dovoljno čvrsti kako ne bi došlo do prekida i neželjenih posljedica. Također tijekom korištenja se ne smiju odvezati niti popustiti, a moraju se moći lako i jednostavno izvesti. Vrlo je važno da onaj tko se bavi vezivanjem čvorova, poznaje svojstva užeta i da zna kako će ga držati u dobrom stanju. U preživljavanju je neophodno poznavanje vezanja čvorova koji su sigurni i čvrsti, a ujedno i jednostavni za odvezivanje.

Na temelju provedenog ispitivanja vlačnih svojstava pređa na kojima su vezane različite vrste izviđačkih čvorova, utvrđeno je da je prekidno istezanje najveće na dvostrukom osmičastom čvoru, baš zbog toga što se sastoji od dvije pređe. Najmanje prekidno istezanje izmjereno je kod običnog čvora, te kod dvostrukog običnog čvora. Oba uzorka su čvorovi koji se izvode ukrižavanjem, vrlo su jednostavni, stoga se zaključuje da zbog navedenog uzorci imaju najmanje prekidno istezanje.

Također, kada govorimo o čvrstoći, najmanju vrijednost ima tzv. brodski čvor (14,67 cN/tex), a po vrijednostima ga slijedi obični čvor. Čvor koji se pri djelovanju vlačne sile dinamometra pokazao najčvršćim je bakin čvor. Vrlo je sličan ambulantom čvoru, ali je karakteristično za ovaj čvor što mrtvi i živi kraj, desne i lijeve pređe izlaze sa različitih strana. Upravo ga to karakteristično vezivanje čini čvršćim.

## 7. LITERATURA

- [1] Salopek Čubrić, I.: Interna skripta iz kolegija Projektiranje pređa, 2014.
- [2] Olliffe, N. i M. (2012). Temeljni čvorovi. Zagreb: Mozaik knjiga
- [3] <https://repozitorij.kif.unizg.hr/islandora/object/kif%3A144/datastream/PDF/view>
- [4] <https://bs.wikipedia.org/wiki/Izviđač>
- [5] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Baden\\_Powell](https://hr.wikipedia.org/wiki/Robert_Baden_Powell)
- [6] <http://www.paluba.info/smf/index.php?topic=5427.0>
- [7] <http://www.hpd-plocno.com/index.php/vorovi>
- [8] <http://scouts.org.me/cvorovi>
- [9] <http://www.animatedknots.com/overhand/>
- [10] <http://www.plovidba.info/nautikopedija/zenski-cvor-granny-knot.html>
- [11] <http://www.hpd-plocno.com/index.php/vorovi/139-kaubojski-vor-ili-prusikov-vor>