

Stojan Burnik,

Blaž Jereb,

Milan Čoh

Fakulteta za šport, Univerza v Ljubljani

MEHANSKE LASTNOSTI DINAMIČNIH PLEZALNIH VRVI

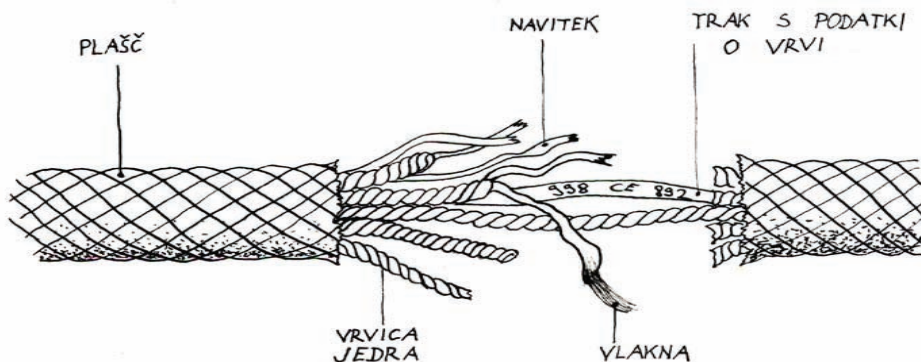
1. Uvod

Užadi se upotrebljavaju u različitim sportovima: planinarenje, penjanje, jedrenje, padobranstvo, jamarstvo, itd. Od vrste sporta zavisi i kvaliteta i materiali iz kojih je uže izrađeno. Mi ćemo pričati o užetu za penjanje, koje povezuje obično dva penjača. Za vreme penjanja alpinist često dođe do položaja, kome kažemo u žargonu »na granici pada«. Ako u tom momentu ne izdrži u 3.2 sekunde padne oko 50 metara sa brzinom 110 km/sat. Takav pad se može zaustaviti samo kada izdrže svi elementi lanca između alpinista: klinovi, karabini i naravno i uže.

Alpinisti su počeli upotrebljavati uže u drugoj polovini 18. veka. Za to vreme, uže bilo je izrađeno iz prirodnih materiala. U Zermattu u muzeju još imaju ovake užadi i kada jih vidimo sasvim je jasno zašto je bilo u ona vremena najbitnije pravilo: prvi penjač nesme da padne!

Do značajnog napredka došlo je za vreme 2. svetskog rata, kada je bio nedostatak prirodnih materiala u vojnoj industriji. Užadi su se do duže upotrebljavale u i mornarici od dakle su i došle u alpinizam. U to vreme u firmi Du Pont izradili su prvo poliamidno sintetičko VLAKNO, kojeg su imenovali Naylon. Sa time napravljen je bio ogroman korak u smislu sigurnosti i tehničkog napredka u industriji užadi za penjanje (Soles, 1995).

Za mornaricu izradili su uže zvano Goldline, a brzo izza toga izradili su i specialno uže za penjanje zvano Mountain lay Goldline. Sa time su alpinisti konačno dobili kvalitetno uže koje je osiguravalo i pad prvog penjača. U biti i ova užad nije bila idealna: bila je previše elastična, kod pada penjač se rotirao oko užadi. Uže je bilo i pretvrdo i zbog toga teško za rukovanje, vuklo je vlagu i brzo zmrzavalo. Najveći minus bila je odsotnost ovoja, jer je uže bilo u biti samo jedro što je prouzrokovalo jako obrabo i sa time smanjivalo sigurnost. Tek u 1951 godini Edelrid izradio je uže sa ovojem (kernmantel). Uže se sastajalo iz jezgra – unutrašnjeg dela i ovoja – vanjskog dela (slika 1). Ovo uže u momentu je zamenilo staro i od tada upotrebljava se samo ovako uže za penjanje.



Slika 1

Penjačko uže delimo sa obzirom na mehaničke osobine na dinamično, polastatično i statično. Dinamično uže uporebljavaju alpinisti i sportski penjači jer je iztezanje užadi od 7 – 8 %, polastatične upotrebljavaju speleologi (iztezanje do 5%), statične nemaju iztezanja i za penjanje niso adekvatne.

Sve užadi trebaju biti testirane po merilima standarda EN 892, koji je za oblast planinarenja kod Evropskog komiteja za standardizaciju (CEN) i po standardu UIAA 101, po regulaciji Međunarodnog saveza planinarskih i alpinističnih organizacija. Standard EN 892 traži da ima uže: jedro i ovoj i da je jedro najmanje 50% mase užeta; zamik ovoja ne sme biti veći od 2%; iztezanje ne veći od 8% kod enojnih, 10% kod dvojnih užadi i 8% kod tako zvanih »blizanca«. Udarana sila ne veća od 12 kN za enojne užadi i blizanca i 8 kN za dvojno užad. Broj padova najmanje 5 kod enojnog užeta i dvojnog-važi za jedno uže i 12 za blizance. Standard UIAA 101 traži još da uže izdrži više od 10 pada (multidrop rope), da je zamik ovoja manji od 1% i da je svaki test urađen na tri uzoraka. Za veću sigurnost dodali so i standard UIAA 108 koji traži, da uže izdrži najmanje jedan pad preko oštrog ruba (sharp edge).

Dobro uže treba smanjiti silo koje deluje na alpinista kod pada. To se dogodi zbog elastične deformacije užadi (uže se odmah vraća u prvotni oblik), viskoelastične deformacije (uže se tek posle određenog vremena vrati u prvotni oblik) i plastične deformacije, koja predstavlja trajno oštećenje užadi.

Faktori koji utiču na habanje užadi so različiti: sunce, sneg, voda, kamenje, skale, itd. Oštećeno može biti jezgro ili ovoj užadi. Najčešće je to ovoj koji za vreme penjanja klizi preko ivice stene.

Oštećenje i promene mehaničkih osobina užadi uzrokujujeo i padovi alpinista.

2. Material i metode

Da bi ustanovili uticaj klizenja i vode na habanje i mehaničke osobine užadi napravili smo dva eksperimenta.

Ekspiriment A

U prvome smo u prvome smo tražili odgovore, šta se dešava sa ovojem užadi kada dođe do trljanja preko ivice stene ili hrapave površine (brusni papir).

Uzorak je bilo osam 3 m dugačkih penjačkih užadi od četiri različitih proizvajaa. Po dva uzorka za svakoga. Eksperimentalni uređaj sastajao se od 4 cm široke daske na kojoj je bio nameštan brusni papir (indeks 60). Na uže obesili smo 5 kg utega i vukli uže na određenoj dužini preko daske, dok se nije ovaj izprekidao.

Tri uzoraka bili so novi (B, E, L), poslednji (Es) bio je iz stare užadi (tabela 1).

Proizvođač	Premer (mm)	Teža (g/m)	Produženje (%)
B	10.5	69	7.5
E	10.5	71	7.4
L	9.8	65	7.8
Es	9.8	64	7.0

Tabela 1

3. Rezultati i diskusija

Svi novi uzorci imali so jednako strukturo ovoja, različiti so bili po naponi pramena kod pletenja i deblina pramena. L uzorak je bio najmekši, B najtvrdiji, a E nešto između. Različita je bila i struktura jezgre: B sa 11 pramena, E sa 14 in L sa 13 pramena.

Iz rezultata vidimo, da je uzorak L bio najosetljiviji i to zbog premera (bio je najtanji) i tvrdoće ovoja (ovoj je bio najmekiji) (tabela 2).

Proizvođač	Premer (mm)	1.ekspriment (br. vučenja)	2.ekspriment (br. vučenja)	Prosek	Broj pramena
B	10.5	328	315	321.5	11
E	10.5	316	306	311	14
L	9.8	274	262	268	13
Es	9.8	140	150	145	/

Tabela 2

Možemo zaključiti, da so tanje užadi sa mekšim ovojem osjetljivije na drgnjenje po hrapavoj površini.

Manja razlika je bila između uzoraka B i E koja sta imala isti premer. Razlika je uzrokovana sa izradom ovoja. E uzoraj imao je mekši ovoj, koji je povoljniji za rukovanje a istovremeno osjetljiviji na klizenje po hrapavoj površini. očigledna diferencija bila je između novih i stare užadi. Uzorak Es pocepao je ovoj skoro dva puta brže od uzoraka L, ma da imata oba isti premer.

Ekspiriment B

Dobro je poznato, da se mehaničke osobine promene za nekoliko puta ako je material izložen na vlagu. Sa teoretskog stališta dobro je poznat uticaj ulage na

ekstrudirane i brizgane materiale, puno manje pa uticaj ulaga na visokoorientirane polimere, kao što so vlakna. Zbog toga napravili smo analizo poliamidnih užadi sa različitom ulažnostnom historijom. Eksperimente smo izvodili u CEM Mašinskog fakulteta u Ljubljani. Analizirali smo diference u mehanskim karakteristikama užadi, naročito u ujemni sili, različitih proizvođača kod dinamičkog opterećenja u suhom i mokrom miljeju. Premer uzoraka bio je jednak – 9.8 mm kod svih proizvođača. Pripremili smo po četiri uzoraka za svakoga, dužine 3.38 m. Suhi uzorci uskladišteni bili so pod jednakim uslovima, mokri so bili tri dana u vodi. Eksperiment smo radili kod vanjske temperature 26 stupnjeva Celsiusa.

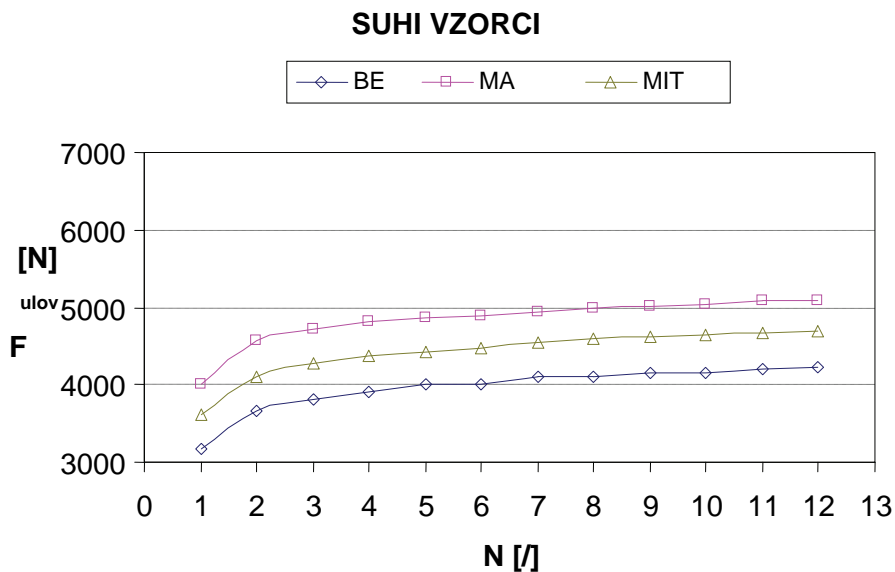
Na jednoj stranu užeta stegli smo uteg, a drugo stranu stegli smo u konzolu na kojoj je bio senzor (slika 2). Masa utega bila je 43.85 kg, na svakom uzorku izveli smo 10 bacanja. Karakteristike svakog uzorka i pada bile so računane sa programom DAR, koji je bio razvijen u CEM Mašinskog fakulteta.



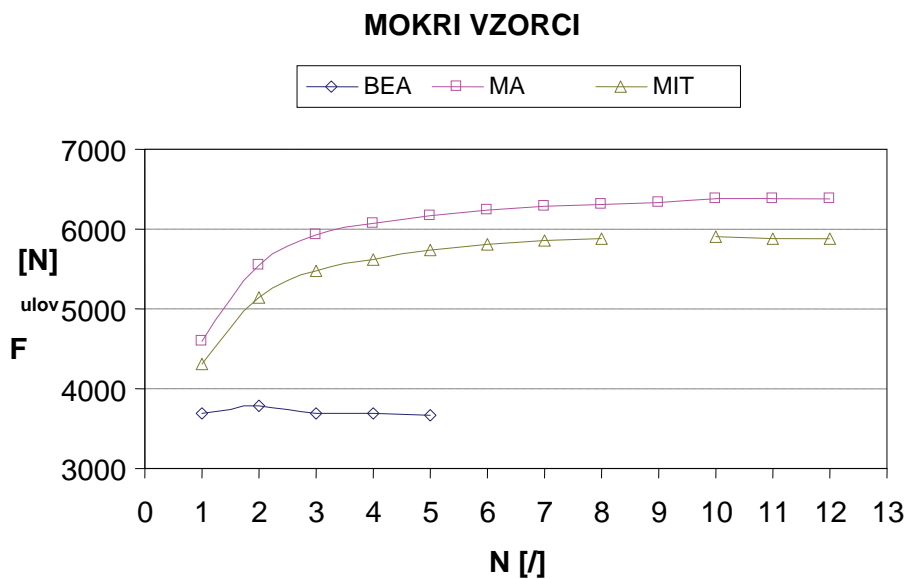
Slika 2

Rezultati i diskusija eksperimenta B

Komparativna analiza ponašanja suhih i mokrih uzoraka kod impulznog opterećenja predstavljena je na grafu 1 (suhi uzorci) i 2 (mokri uzorci).



Graf 1: Ujemna sila u zavisnosti od broja pada - suhi



Graf 2: Ujemna sila u zavisnosti od broja pada - mokri

Iz grafa 1 i 2 možemo zaključiti da se ponašanje suhих i mokrih uzoraka različitih proizvođača bitno razlikuje. Sva tri uzorka bitno se razlikuju sa obzirom dali so suhi ili mokri. Znači, da mokre užadi absorbiraju manje energije i so zbog toga opasnije za alpiniste, jer se ujemna sila poveća. Treba napomenuti, da so svi uzorci po kriteriju UIAA odgovarajući i izpunjavaju sve zahteve po sigurnosti.

4. Zaključak

Kod eksperimenta A možemo zaključiti, da so užadi sa većim premerom i tvrdim ovajem otpornije i zbog toga i sigurnije. Ovake rezultate smo i očekivali. Iznenadilo nas je ponašanje starog užeta Es, koji je iz vana izledao neoštećen i upotrebljiv za penjanje.

Kod eksperimenta B dobili smo neke odgovore a još više pitanja smo otvorili. Svakako treba diskutirati o promjeni standarda, da se osigura veća sigurnost alpinista i drugih sportaša, koji upotrebljavaju uže kaos portski rekvizit.

5. Literatura

- Burnik, S., Simonič, E., Jereb, B. (2004). Odpornost plašča plezalnih vrvi. *Šport*, 52(2), 62-66.
- Simonič, E. (2003). *Standardi in obraba vrvi*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Soles, C. (1995). Single-rope buyer's guide. *Rock & Ice*, 68, 117-134.
- Soles, C. (1996). Toys, Skiny ropes. *Rock & Ice*, 76, 107-118.
- Škerl, M. (1996). Varno z vrvjo. *Grif*, 2(7), 34-35.
- Tršelič Buble, I., Potočnik, R., Emri, I., Nikonov, A., (2004). *Analiza poteka pojemka pri ponavljajočih se impulzних obremenitvah*. Seminarska naloga, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo.

MECHANICAL CHARACTERISTICS OF DYNAMIC CLIMBING ROPES

Climbing rope is certainly one of the most important pieces of climbing equipment. On market there are many manufacturers of dynamic climbing ropes and even more of their products. All the ropes meet the requirements of the standards, which ensure that the ropes are safe enough for use in climbing. However the requirements are set only under certain conditions. In reality climbing ropes are exposed to various conditions that are many times different to those set by the standards. Consequently there are many different falls, which lead to very different loads of impact.

By using appropriate method of testing rope samples made by three different manufacturers we discovered that there are differences between all three manufacturers. This leads us to a suggestion that standards should be improved.