Stlačivost tekstilnog materijala za punila

Krajač, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

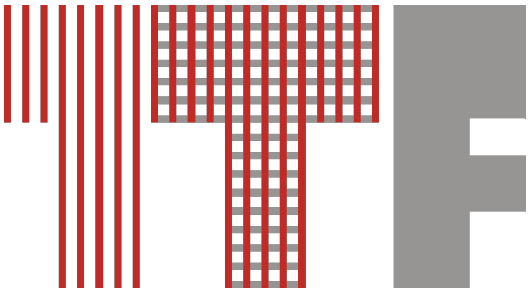
2016

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:079257

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository







Sveučilište u Zagrebu

Tekstilno-tehnološki fakultet – Zagreb

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb

- Završni rad -

Stlačivost tekstilnog materijala za punila

Ana Krajač

Zagreb, rujan 2016.

Sveučilište u Zagrebu

Tekstilno-tehnološki fakultet – Zagreb

Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb

- Završni rad -

Stlačivost tekstilnog materijala za punila

Mentor:
doc. dr. sc. Dragana Kopitar

Student:
Ana Krajač, 0117220829

Zagreb, rujan 2016.

Sadržaj

1. UVOD 3
2. NETKANI I TEHNIČKI TEKSTIL – definicija i razlika 4
2.1. Tehnički tekstil - definicija 4
2.2. Netkani tekstil 6
2.2.1. Definicija netkanog tekstila 6
2.2.2. Tehnike proizvodnje netkanog tekstila 6
3. DEKORATIVNI (KUĆANSKI) NETKANI TEKSTIL 8
3.1. Zaštita namještaja 8
3.2. Podloge za tepihe 9
3.3. Industrija namještaja 9
4. TAPECIRANI NAMJEŠTAJ 10
4.1. Elastični sloj 10
4.2. Punila 11
4.3. Sirovinski sastav i karakteristike ispitivanih materijala 12
4.3.1. PU pjene – poliuretanske pjene 12
4.3.2. Poliesterska vlakna, PES 12
5. ISPITIVANJE OSNOVNIH KARAKTERISTIKA PUNILA 13
5.1. Površinska masa 13
5.2. Određivanje debljine plošnog proizvoda 14
5.3. Stlačivost tekstilnog materijala za punila 15
6. REZULTATI I RASPRAVA ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.1. Rezultati mjerenja površinske mase ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.2. Rezultati mjerenja debljine ..... **Error! Bookmark not defined.**
6.3. Stlačivost tekstilnog materijala za punila ..... **Error! Bookmark not defined.**
7. ZAKLJUČAK ..... **Error! Bookmark not defined.**
8. LITERATURA ..... **Error! Bookmark not defined.**

1. UVOD

Pogledamo li malo bolje oko sebe, bilo da smo u uredu, vozimo se automobilom ili jednostavno uživamo u udobnosti svoga doma, primijetiti ćemo da smo okruženi različitim netkanim tekstilnim proizvodima. Takvu vrstu tekstila pronalazimo u dječjim pelenama, zaštitnoj odjeći, zaštitnim maskama, vrećicama za čaj, ali tu su i razna punila, materijali za izolaciju i sl.

Netkani tekstil je najznačajnija i najveća grupa proizvoda od širokog proizvodnog opusa tekstilne industrije. Jedna je od vrsta tekstilnog plošnog proizvoda koji spada u veliku grupu tehničkog tekstila radi svojih tehničkih karakteristika i uporabnih svojstava. Netkani proizvodi namijenjeni su malim potrošačima i industriji.

Osnovni cilj ovog završnog rada je istražiti osnovna svojstva netkanog tekstila i poliuretanske pjene za punila te njihova ponašanja pri korištenju. Odnosno, istraženo je svojstvo stlačivosti netkanog tekstila koji se koristi u industriji namještaja korištenjem programa Tracker (alat za video analizu i modeliranje). Tracker je program OSP grupe (Open source physics) u Java okviru te je projektiran za korištenje u obrazovanju iz područja fizike.

2. NETKANI I TEHNIČKI TEKSTIL – definicija i razlika

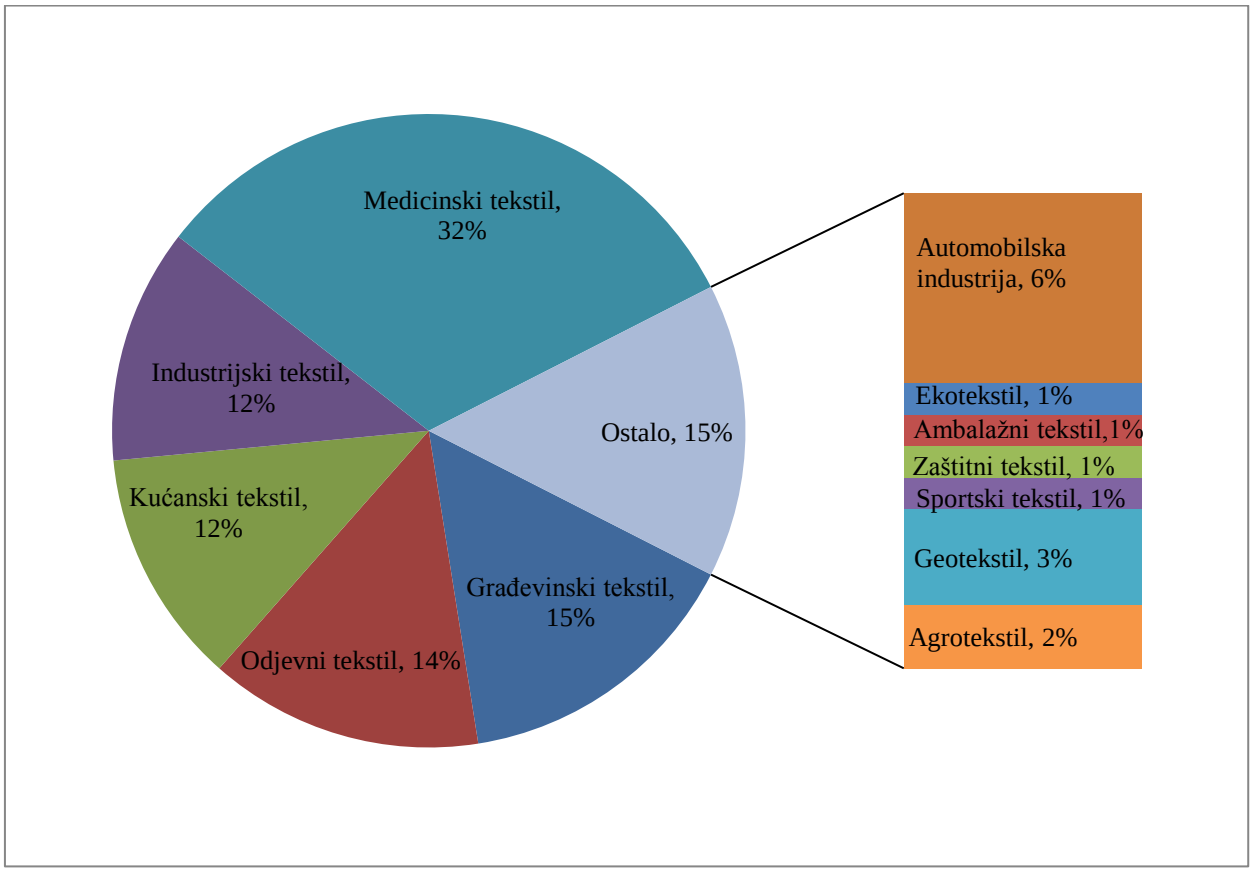
2.1. Tehnički tekstil - definicija

Tehnički tekstil su tekstilni materijali proizvedeni prvenstveno radi njihovih tehničkih i izvedbenih svojstava, a ne estetičkih ili dekorativnih. U tablici 1. prikazana je podjela tehničkog tekstila prema području primjene te njihovoj namjeni u određenom području s pripadajućom oznakom.

Tab.1. Podjela tehničkog tekstila prema području primjene

OZNAKA PODRUČJA PRIMJENE	NAZIV PODRUČJA PRIMJENE	UPOTREBA U PODRUČJIMA PRIMJENE
	Agrotekstil	- poljoprivreda, šumarstvo, hortikultura, uređenje vrta
	Građevinski tekstil	- membrane, konstrukcije, zemljani i cestovni radovi
	Odjevni tekstil	- razvoj obuće i odjeće
	Geotekstil	- izgradnja cesta, brana i odlagališta, građevinarstvo
	Kućanski tekstil	- proizvodnja namještaja, presvlaka, podnih obolga i tepiha
	Industrijski tekstil	- proizvodi za strojarstvo, kemijsku i elektroindustriju
	Medicinski tekstil	- medicinski i higijenski proizvodi
	Automobilska industrija	- brodovi, zrakoplovi, automobili, željeznice, svemirska putovanja
	Ekološki tekstil	- zaštita okoliša, zbrinjavanje otpada i recikliranje
	Ambalažni tekstil	- pakiranje, pokrivanje i prijevoz različite robe
	Zaštitni tekstil	- osobna i imovinska zaštita
	Sportski tekstil	- porizvodi iz svijeta sporta i slobodnog vremena

Na slici 2. grafički je prikazana upotreba netkanog tekstila u 2000. godini, po grupama proizvoda prema Messe klasifikaciji. Messe Frankfurt je kompanija koja organizacijom različitih sajmova pomaže izlagačima i njihovim proizvodima probiti se na međunarodno tržište. [1]

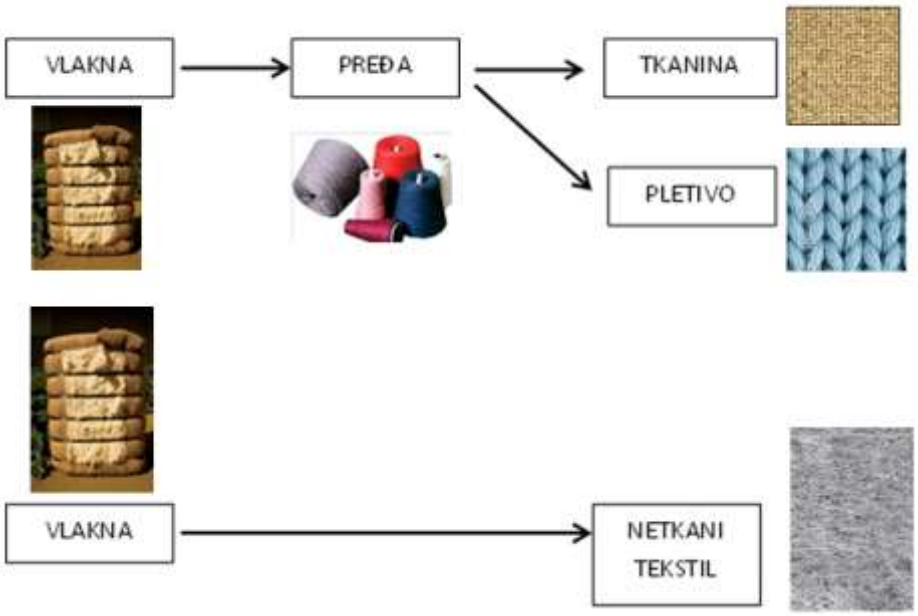


Graf 1: Udio netkanog tehničkog tekstila po pojedinim granama [1]

Iz slike 2 vidljivo je da se netkani tehnički tekstil najviše koristi u medicinske svrhe (32%), a slijedi ga građevinski tekstil (15%). Na odjevni, kućanski i industrijski tekstil otpada 14% odnosno 12% udjela. Pod grupu ostalo (15%) spada netkani tekstil koji se koristi u automobilskoj industriji, ekotekstil, ambalažni netkani tekstil, zaštitni i sportski netkani tekstil, geotekstil i agrotekstil.

2.2. Netkani tekstil

Netkani teksil se za razliku od drugih tekstilnih plošnih proizvoda osim po strukturi i svojstvima razlikuje i po postupcima proizvodnje. Tkanina i pletivo izrađuju iz pređe dok se netkani tekstil izrađuje iz vlakana čime je postupak proizvodnje kraći, a time i jeftiniji.



Slika 1. Shema postupaka izrade tkanine, pletiva i netkanog tekstila

2.2.1. Definicija netkanog tekstila

Netkani tekstil je opći naziv za tekstilije nastale direktno iz vlakana određenim postupcima obrade. Prema normi ISO 9092 netkani tekstil je tvorevina usmjerenih ili neorijentiranih vlakana, proizvedena vezivanjem ili mehaničkim spajanjem vlakana – mehaničkim putem, kemijskim putem, omekšavanjem ili njihovim kombinacijama ne uključujući postupke tkanja, pletenja, tafting procesa, pustenja (filcanje) vune ili drugih životinjskih dlaka te papira [2].

2.2.2. Tehnike proizvodnje netkanog tekstila

Netkani tekstil uglavnom se proizvodi kontinuiranim procesima koji se dijele na suhe, mokre i procese dobivanja netkanog tekstila ekstruzijom.

Glavne faze procesa proizvodnje netkanog tekstila mogu se podijeliti na:

- priprema vlakana – otvaranje bala, čišćenje i miješanje vlakana

- formiranje runa – otvaranje snopića vlakana do pojedinačnih vlakana, izravnavanje vlakana, uzdužno usmjeravanje vlakana
- učvršćenje runa – mehaničkim, termičkim ili kemijskim putem – nastanak netkanog tekstila
- dorada netkanog tekstilaUčvršćenje runa dijeli se u 3 osnovne skupine:

- *učvršćenje runa mehaničkim putem*: iglanjem, šivaće-pletaća tehnika, vodenim mlazom ili zračnom strujom (mlaz vode, zraka, igle i sl.)
- *učvršćenje runa kemijskim putem:* učvršćivanje runa vezivnim sredstvima impregnacijom ili prskanjem, učvršćenje runa pomoću pjene (ljepila i athezivi)
- *učvršćenje runa djelovanjem temperature (termički):* korištenje termoplastičnih vlakana za učvršćivanje i termoplastičnih vezivnih suhih tvari

Postupci proizvodnje runa su:

- mehanički
- aerodinamički
- hidrodinamički
- postupak kemijskog ispredanja

Odabir postupka proizvodnje netkanog tekstila ovisi o primjeni završnog proizvoda odnosno o potrebnim svojstvima koje netkani tekstil treba imati.

3. DEKORATIVNI (KUĆANSKI) NETKANI TEKSTIL

Kućanski tekstil, odnosno kako ga u nekim literaturama navode i kao tekstil za interijere, ima primjenu u stanovanju – tekstil u kućanstvu i privatnim interijerima, ili u komercijalne (trgovačke) svrhe – tekstil koji nalazimo u javnim prostorima i interijerima. Najčešća, osnovna podjela tekstila za interijere je dekorativni teksil (tekstil za tapeciranje namještaja, podne obloge, zidne tapete, zavjese, sjenila, punila za namještaj, jastuke, madrace i sl.) i kućanski tekstil (posteljno rublje, ručnici, deke, prekrivači i sl.).

3.1. Zaštita namještaja

Svakodnevno sjedite na stolicama, naslonjačima, ali niste niti pomislili na netkani tekstil. Ukoliko okrenete stolac na dnu ćete pronaći materijal koji je obično pričvršćen ili zalijepljen za dno. To je dovoljno izdržljiv, isplativ, a opet lagan materijal koji rješava probleme vezane uz skupljanje kukaca i ostalih nametnika te prašine unutar namještaja. Netkani tekstil u obliku filca stavlja se na dno nogu stola ili na noge od stolaca kako bi se spriječilo grebanje i uništavanje pretežito drvenih podova.





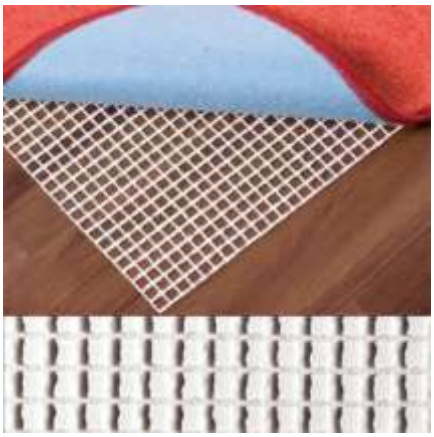


Slika 2. a) Netkani tekstil na stolcu b) Filc za noge stolova i stolaca

3.2. Podloge za tepihe

Osim za zaštitu namještaja, netkani se tekstil koristi i kao podloga za tepihe.

Podloga za tepihe služi za smanjenje buke, smanjenje klizanja tepiha, pružanje veću udobnost te vodonepropusnost radi zaštite podova (primjerice parketa ili laminata) koji se u slučaju doticaja s tekućinom mogu nadići i „napuhnuti“.



Slika 3. Podloga za tepihe od netkanog tekstila

3.3. Industrija namještaja

Netkani tekstil koristi se i u industriji namještaja u obliku punila i filčeva za madrace, naslonjače, jastuke, sjedeće garniture, pokrivače i sl. Punila i filčevi se mogu doraditi i obraditi radi dobivanja što boljih fizikalnih i kemijskih svojstva, što se prvenstveno odnosi na vatrootpornost (potpunu ili djelomičnu) i otpornost na vlagu, a da zadrži svojstvo propusnosti materijala, udobnost i trajnost.



Slika 4. a) Ukrasni jastuk b) Presjek madraca s punilom od poliestera

4. TAPECIRANI NAMJEŠTAJ

4.1. Elastični sloj

Elastični sloj tapeciranog namještaja najvažniji je dio namještaja sa stajališta udobnosti i korištenja namještaja. On može biti različite debljine ili se sastojati od više različitih materijala, a ovisno o predodređenosti namještaja.

Najčešće korišteni materijali koji se upotrebljavaju za elastični sloj:

1. Oblici iz poliuretanskih pjena

- standardna pjena tipa T
- visoko elastična pjena tipa HR
- visoko elastična teško zapaljiva pjena tipa CMHR
- teško zapaljiva pjena tipa CMHE
- dodatno ispunjene pjene, obnovljene (pjenasti regenerati)
- PE pjene

Osnovni parametri poliuretanskih pjena:

- gustoća – odgovara za težinu pjene (kg/m³)
- tvrdoća (krutost) – izdržljivost pjene na pritisak, teret ili otpornost na habanje nakon određenog vremena korištenja
- elastičnost – odlučuje o elastičnosti pjene, udobnosti i funkcionalnosti (veća elastičnost daje bolju udobnost i funkcionalnost pri korištenju)
- trajna deformiranost – parametar koji je odgovoran za sposobnost vraćanja prvobitnog oblika nakon prestanka opterećenja (npr. pri dugotrajnom korištenju)

Gustoće pjena upotrebljenih u raznim dijelovima tapeciranog namještaja:

- sjedala – gustoća od 30 kg/m³ naviše
- nasloni i rukohvati – gustoće već od 16 kg/m³

2. Elastični oblici

- npr. tipa „bonell”, ili oblici džepičastih opruga
- ispunjeni pjenastim materijalima i ne samo njima

3. Lateks oblici

4. Elementi izliveni u oblicima

- formirane pjene, hladne pjene i sl.

Pjenasti materijali najviše kvalitete osiguravaju dugogodišnju trajnost i udobnost. Odabrane gustoće i elastičnost upotrebljenih pjenastih materijala daju odgovarajuću udobnosti. Elastičnost i gustoća pjenastih materijala također imaju utjecaj za istezanje materijala za tapeciranje, gdje veća gustoća pjene ne znači uvijek i „tvrđu" tapeturu.

Udobnost sjedenja može se razlikovati od ostalih elemenata s obzirom na konstrukcijsku udobnost sjedala i naslona u elementima određenih za razne funkcije. [3]

4.2. Punila

Zadatak punila je davanje konačnog oblika tapeciranog elementa. Punilo povezuje elastični sloj i presvlaku. Ovisno o modelu namještaja, punilo može biti različite debljine i značajno utjecati na izgled i udobnost (npr. kod namještaja sa jako tankom presvlakom).

Najčešće upotrebljavani materijali za punjenje su:

- *„tapetarske vate"* raznih debljina i gustoće vlakna – primjerice, nekada se upotrebljavala morska trava.
- punila od vate proizvedene od poliesterskih vlakana različitih gustoća, kokos ispune i ispune od prirodne vune - ovisno o kojem se punilu radi dobivamo proizvod drugačijih karakteristika udobnosti, trajnosti i kvalitete.

Često je sloj za punjenje zašiven zajedno sa tapetarskim materijalom čime se osigurava zajedničko pomicanje, a time se sprečava deformacija površine namještaja. [3]



Slika 5. Uzorak punila od PES vlakana

4.3. Sirovinski sastav i karakteristike ispitivanih materijala

4.3.1. PU pjene – poliuretanske pjene

Elastični sloj tapeciranog namještaja najvažniji je sa stajališta udobnosti korištenja namještaja. Elastični sloj može biti različitih debljina ili se sastojati od različitih materijala u zavisnosti od udobnosti i predodređenosti namještaja. Za izradu ovog sloja najčešće se koriste različite vrste poliuretanske pjene. Poliuretanska meka pjena je proizvod koji nastaje kemijskom reakcijom poliola i toluenizocijanata, uz prisustvo aditiva [4]. Poliuretanske pjene označene su simbolom „PU“. Postoji više vrsta PU pjena te se one međusobno razlikuju po više parametara vezanih za kakvoću, gustoću, tvrdoću, elastičnost i trajnu deformiranost. Navedeni parametri su međusobno povezani i njihove vrijednosti ovise i razlikuju se o tipu i vrsti pjene. Danas postoji veliki izbor tipova i vrste PU pjena visoke kvalitete i vrhunskih parametara od kojih su neke: VISCO, Memory, REGENERAT, Dryfeel te širok izbor VH i PT pjena.

4.3.2. Poliesterska vlakna, PES

Ova vlakna spadaju u skupinu umjetnih vlakna od sintetskih polimera. To su vlakna koja se proizvode od polimera nastalih industrijskom sintezom.

Poliesterska vlakna (PES) se definiraju kao vlakna građena od linearnih poliesterskih makromolekula u kojima je maseni udio estera tereftalne kiseline i nekog dialkohola najmanje 85%. Karakteristično je za makromolekule koje povezuju ova vlakna upravo to da ima mnogo esterskih veza (-CO-O-). Najveći dio poliesterskih vlakana po kemijskoj građi je poli(etilen-tereftalat), a kratica za taj polimer i vlakno načinjeno od njega je PET i u pravilu se rabi kada se želi naglasiti da se radi o PES vlaknu od poli(etilen-tereftalata). [5]

Prvo PES vlakno pod nazivom Terylene proizvela je engleska tvrtka ICI, 1974., a na američkom tlu proizvodnja PES vlakana je počela 1953. godine pod nazivom Dacron. Tijekom narednih godina proizvodnja poliesterskih vlakana naglo se širi diljem svijeta i ta vlakna osvajaju međunarodna tržišta i postaju najviše zastupljena umjetna vlakna. 2000.-te godine svjetska proizvodnja PES vlakana iznosila je 18,912 milijuna tona, što iznosi više od 57% ukupne proizvodnje sintetskih vlakana.[6]

5. ISPITIVANJE OSNOVNIH KARAKTERISTIKA PUNILA

5.1. Površinska masa

Određivanje površinske mase proizvoda vrši se prema normi ISO 9073-1:1989 [7].

Princip rada:

Epruvete određenih dimenzija, minimalne površinske mase od 50 000 mm^2 dovode se u standardno stanje, te se vaganjem određuje površinska masa korištenjem jednadžbe 1. Prema navedenoj normi potrebno je ispitati minimalno tri uzorka. Površinska masa računa se sa srednjom vrijednost svih izmjerenih uzoraka (jednadžba 1).

$$m_p = m_e \times 1000 \quad (1)$$

gdje je: m_p – površinska masa uzorka [g/m^2]

m_e – masa epruvete [g]



Slika 6. Analitička vaga

5.2. Određivanje debljine plošnog proizvoda

Debljina plošnog proizvoda definira se kao razmak između lica i naličja proizvoda, mjereno kao razlika između podloge ploče na koji se plošni proizvod stavlja i paralelne podloge pritiskivača koji pod određenim pritiskom djeluje na proizvod u horizontalnom položaju.

Ispitivanje debljine netkanog tekstila vrši se prema normi EN ISO 9073-2:1995.

Postoji više metoda i aparata za određivanje debljine netkanih tekstilija:

- normalni netkani tekstil koji se može stlačiti do 20%
- voluminozne netkane tekstilije maksimalne debljine do 20 mm
- voluminozne netkane tekstilije debljine veće od 20 mm

Mjerenje se vrši pomoću debljinomjera koji ima dvije paralelne metalne ploče, gornju koja je pod pritiskom i naziva se pritiskivač, te donju koja se naziva podloga. Pritiskivačem se optereti podloga i igla se dovede u nulti položaj (baždarenje). Pritiskivač se odvoji od podloge, a na podlogu se postavlja uzorak. Pritiskivač se lagano spusti na epruvetu i nakon 10 sekundi očita se položaj igle na brojčaniku (mjerna skala 0,01 mm) odnosno mjeri se razmak između poldoge i pritiskivača. Uzorak se uzima u skladu s normom ISO 186, čime se osigurava uzimanje uzorka sa mjesta gdje nema vidljivih grešaka i nabora. Prema normi potrebno je izvršiti 10 mjerenja po uzorku.

Budući da je dio uzoraka poliuretanske pjene debljine veće od 20 mm što na dostupnom debljinomjeru nije moguće izmjeriti, debljina je određena pomičnim mjerilom. Pomičnim mjerilom se može precizno odrediti debljina uzoraka točnosti od 0,01 mm.



Slika 7. Pomično mjerilo (tzv. šubler)

5.3. Stlačivost tekstilnog materijala za punila

Stlačivost odnosno kompresija tekstilnog materijala je stiskanje, tj. pritiskanje površine materijala. U materijalu se javlja otpor na utjecaj sile koja djeluje na njegovu površinu.

Ispitivanje kompresijskih svojstva provedeno uz pomoć metalnih utega čije su mase iznosile: 0,5 kg, 1 kg i 1,5 kg.

Dimenzije utega su sljedeće:

I uteg – masa je 0,5 kg; dimenzije 4,8x4,8x3,5 cm;

II uteg – masa je 1kg; dimenzije 4,8x4,8x6,5 cm

III uteg – masa je 1,5 kg; dimenzije 4,8x4,8x9,5 cm.

Duljina i širina svih utega je 4,8 cm čime pritiskujuća površina utega na uzorak iznosi 23,04 cm^2.

Svaki od utega postavljen je u neposrednu blizinu lica uzoraka (visina od nekoliko milimetara od lica materijala) nakon čega je uteg pažljivo spušten na lice materijala. Cijeli postupak bilježen je kamerom. Na kameri je potrebno postaviti što veći broj slika u jednoj sekundi (eng. frames per second, kratica: fps) koje kamera zabilježi prilikom snimanja videa. Za mjerenja se odabralo 30 fps. Veći broj slika po sekundi pruža mogućnost preciznijeg određivanja same točke u kojoj se uteg nalazi neposredno prije negoli se spusti na materijal. Radi bilježenja djelovanja utega na materijal, nakon spuštanja utega i djelovanja na materijal točka prestanka snimanja iznosila je približno 10 sekundi.

Program u kojem je snimljeni video obrađen naziva se Tracker. Tracker je alat OSP grupe (Open source physics) u Java okviru te je projektiran za korištenje u obrazovanju iz područja fizike. Program služi za video analizu i modeliranje fizikalne pojave.

Nakon što se video otvori u programu, vrši se kalibracija odnosno uspostavlja se odnos između vrijednosti snimljenog uzorka i mjerne skale ravnala. Mjerna skala postavljena je prije snimanja videa neposredno ispred. Ovaj je korak je nužan budući da program ne raspoznaje treću dimenziju.

Nakon postavljanja parametara programa poput koordinatnog sustava i točke na utegu („Point mass“) dobiveni rezultati su obrađeni. Točka „point mass“ služi programu za praćenje fizikalnih promjena. Program prati kretanje točke u jedinici vremena koja se može odabrati prema potrebi.

6. REZULTATI I RASPRAVA

Ispitivanja su provedena na dvije grupe uzoraka, poliuretanskoj pjeni i netkanom tekstilu proizvedenom od poliesterskih vlakana. Netkani tekstil je proizveden u tt. Regeneraciji Zabok. Runo je izrađeno mehaničkim postupkom na grebenaljci, a učvršćeno termičkim postupkom, vrućim zrakom. Svaka od grupe uzoraka imala je po 4 uzoraka različite površinske mase i debljine.

6.1. Rezultati mjerenja površinske mase

Površinska masa odredila se prema normi ISO 9073-1:1989. Priredile su se epruvete jednakih dimenzija veličine 250x200 mm. Masa dijela pripremljenih uzoraka odredila se vaganjem na analitičkoj vagi uz točnost mjerenja 0,001 g. Uzorci poliuretanske pjene debljine veće od 10 mm vagani su na vagi točnosti 2 g.

Ispitano je po tri mjerenja površinske mase po svakom pojedinom uzorku.

Rezultati mjerenja površinske mase netkanog tekstila i poliuretanske pjene prikazani su u tablicama 1 i 2.

Tablica 1. Rezultati mjerenja površinske mase netkanog tekstila

Uzorak		NT-A	NT-B	NT-C	NT-D
Broj mjerenja	1.	5,3415	10,9018	13,3608	18,6425
	2.	4,3364	8,9341	16,1092	18,8647
	3.	4,5840	10,3477	15,3700	18,1964
$\bar{x}$, g		4,7539	10,0612	14,9466	18,5678
SD, g		0,5237	1,0147	1,4223	0,3403
CV, %		11,02	10,08	9,52	1,83
M, g/m^2		95,1	201,2	298,9	371,4

Površinska masa uzoraka netkanog tekstila proizvedenih iz poliesterskih vlakana je u rasponu od 95,1 do 371,4 g/m^2 (Tab. 1). Iz tablice je vidljivo da koeficijent varijacije mase netkanog tekstila ovisno o uzorku varira i kreće se u rasponu od 1,83-11,02%.

Tablica 2. Rezultati mjerenja površinske mase poliuretanske pjene

Uzorak		PU-A	PU -B	PU -C	PU –D
Broj mjerenja	1.	9,1770	36,0	18,0	60,0
	2.	9,4070	36,0	18,0	58,0
	3.	9,5245	36,0	18,0	56,0
$\bar{x}$, g		9,3695	36,0	18,0	58,0
SD, g		0,1768	0	0	2
CV, %		1,89	0	0	3,45
M, g/m^2		187,4	720,0	360,0	1160,0

Uzorci poliuretanske pjene imaju površinsku masu u rasponu od 187,4 do 1160 g/m^2. Koeficijent varijacije mase uzoraka poliuretanske pjene kreće se u rasponu od 0 %-3,45 % što pokazuje da su uzorci po površinskoj masi jednolični. Uspoređujući sa koeficijentom varijacije površinske mase netkanog tekstila, poliuretanska pjena je jednoličnija.

6.1. Rezultati mjerenja debljine

Debljina uzoraka netkanog tekstila i poliuretanske pjene (uzorak A) odredila se prema normi EN ISO 9073-2:1995 na debljinomjeru. Na uzorcima B, C i D, proizvedenih od poliuretanske pjene debljine veće od 20 mm, debljina se odredila pomičnim mjerilom. Izvršeno je 10 mjerenja po svakom uzorku.

Rezultati mjerenja debljine netkanog tekstila i poliuretanske pjene prikazani su u tablici 3 i 4.

Tablica 3. Rezultati mjerenja debljine netkanog tekstila

Uzorak	NT-A	NT-B	NT-C	NT-D

Broj mjerenja	1.	2,69	3,91	4,67	7,85
	2.	1,94	5,31	4,41	8,75
	3.	1,85	4,35	6,06	8,56
	4.	1,29	4,96	6,88	8,66
	5.	1,21	3,32	6,89	8,65
	6.	1,30	3,42	7,68	8,38
	7.	1,46	2,85	5,82	6,92
	8.	1,44	4,38	6,65	7,80
	9.	1,30	5,17	7,39	7,38
	10.	1,15	3,20	7,47	9,85
$\bar{x}$, mm		1,56	4,09	6,39	8,23
Min., mm		1,21	2,85	4,41	6,92
Max., mm		2,69	5,31	7,68	9,85
SD, g		0,47	0,88	1,14	0,83
CV, %		30,43	21,51	17,84	10,03
D, mm		1,6	4,1	6,4	8,2

Debljina uzoraka netkanog tekstila proizvedenih iz poliesterskih vlakana je u rasponu od 1,56 mm do 8,23 mm (Tab. 3). Iz izmjerenih rezultata može se zaključiti da netkani tekstil od PES vlakana nije jednolične debljine. Razlika minimalne i maksimalne debljine uzoraka je i do 115,7 %. Iz tablice je vidljivo da je koeficijent varijacije debljine netkanog tekstila velik i kreće se u rasponu od 10,03-30,43%.

Uzorci poliuretanske pjene imaju debljinu u rasponu od 9,41 do 48,76 mm. (Tab. 4.) Koeficijent varijacije mase uzoraka poliuretanske pjene kreće se u rasponu od 0,71-1,88 %. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da uzorci od poliuretanske pjene su vrlo jednolične debljine. Uzorci poliuretanske pjene su jednoličniji po debljini od uzoraka netkanog tekstila.

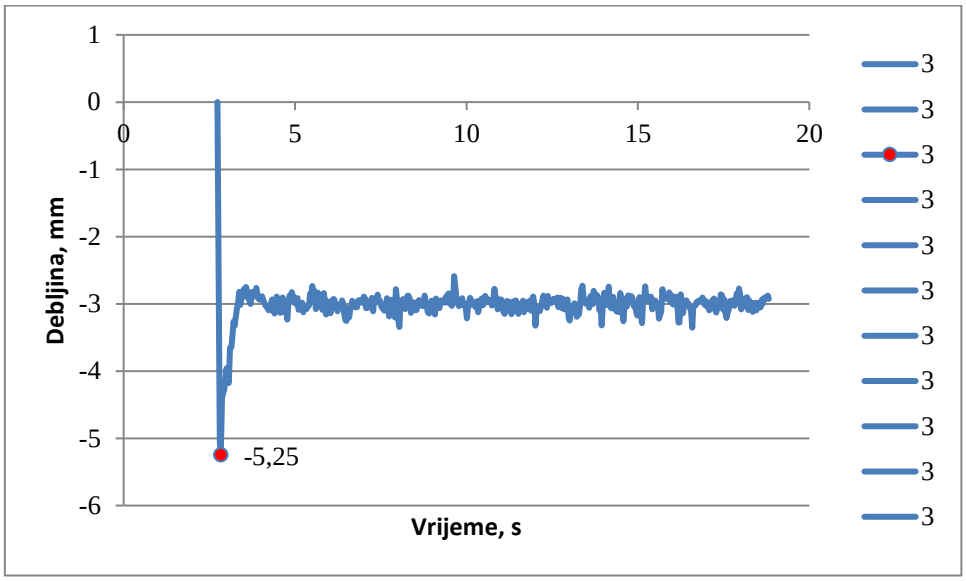
Tablica 4. Rezultati mjerenja debljine poliuretanske pjene

Uzorak		PU-A	PU -B	PU -C	PU –D
Broj mjerenja	1.	9,46	19,59	30,00	49,45
	2.	9,31	20,28	30,25	48,68
	3.	8,95	19,95	30,32	48,81
	4.	9,47	19,95	30,65	48,47
	5.	9,54	20,78	30,29	48,47
	6.	9,48	20,78	30,29	48,44
	7.	9,47	20,26	30,65	49,10
	8.	9,48	20,14	30,65	49,59
	9.	9,42	20,17	30,25	48,14
	10.	9,56	20,34	30,32	48,45
$\bar{x}$, mm		9,41	20,22	30,37	48,76
Min., mm		8,95	19,59	30,00	48,14
Max., mm		9,56	20,78	30,65	49,59
SD, g		0,18	0,37	0,22	0,48
CV, %		1,88	1,80	0,71	0,98
D, mm		9	20	30	49

6.3. Stlačivost tekstilnog materijala za punila

Izvršeno je tri mjerenja po svakom uzorku. Rezultati koji su se statistički obradili prikazani su u tablicama 5-12 i slikama 9-32.

Rezultati su grafički prikazani. Na grafu za svaki pojedini uzorak očitavala se najniža točka u kojoj se nalazio uteg na uzorku (Slika 8). Na slici 8 vidljiva je maksimalna promjena debljine netkanog tekstila za 5,25 mm uslijed djelovanja utega mase 0,5 kg. Nakon 0,25 s dolazi do oporavka i uravnoteženja debljine uzorka na debljini od 3,19 mm.

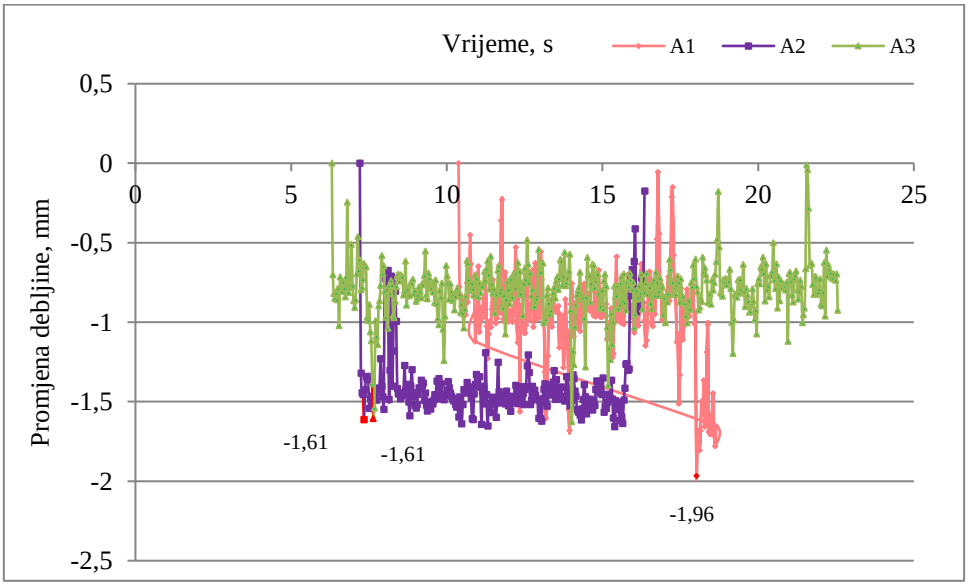


Slika 8. Kretanje utega mase 0,5 kg na netkanom tekstilu površinske mase 298,9 g/m^2 i debljine 6,39 mm

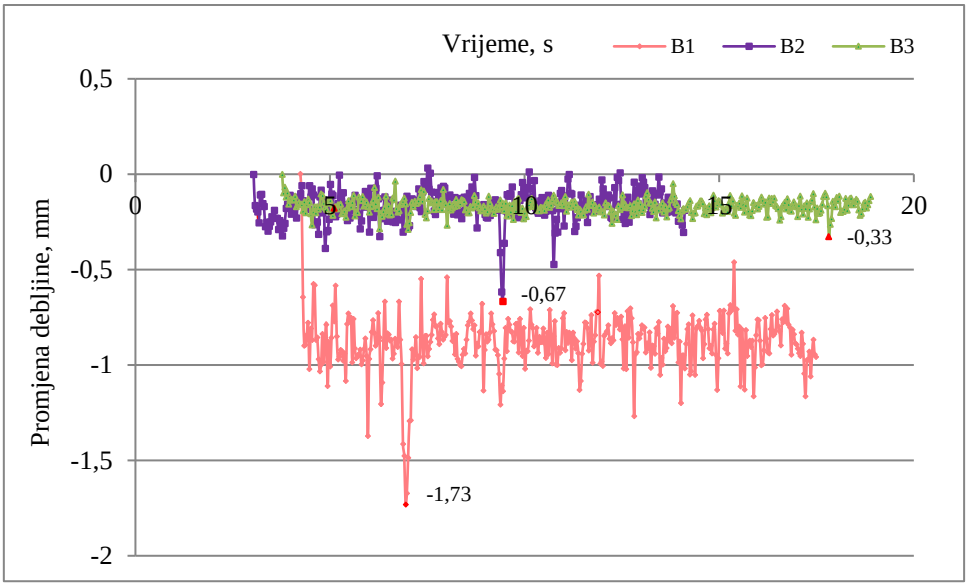
Zabilježkom navedenih točaka dolazi se do vrijednosti maksimalne promjene debljine netkanog tekstila određene površinske mase, debljine i strukture pri određenim opterećenjem. Mjerenje promjene debljine netkanog tekstila uz pomoć Tracker programa OSP grupe je vrlo precizno i točno. Točnosti mjerenja ovisi o kameri s kojom se video snima. U ovom radu koristilo se 30 slika po sekundi, odnosno točnost rezultata je 0,03 mm.

Tablica 5. Rezultati mjerenja djelovanja utega mase 0,5 kg na netkani tekstil

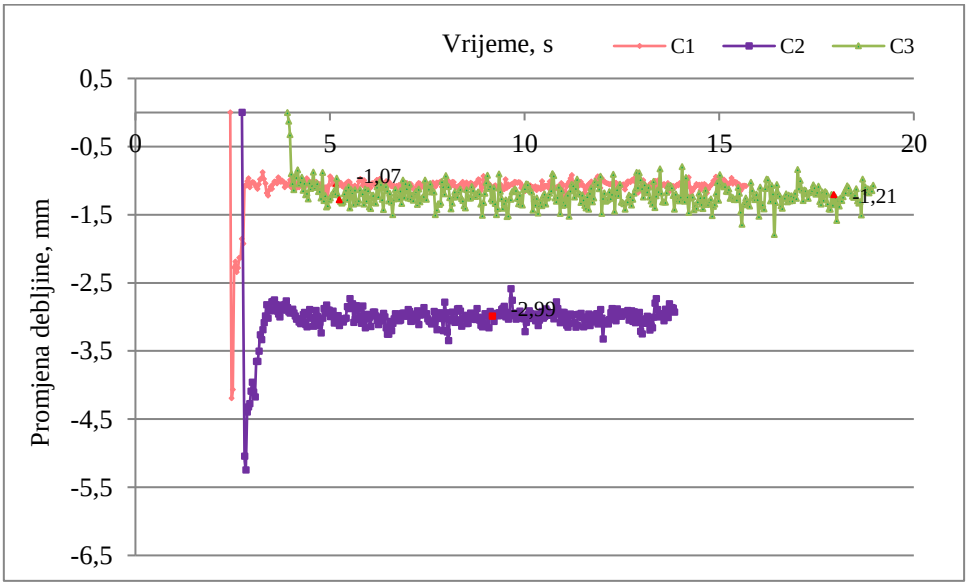
Uzorak		Vrijeme, s	$\bar{x}$, s	Promjena debljine, mm	$\bar{x}$, mm
A	1	18,02	10,99	-1,96	-1,73
	2	7,34		-1,61	
	3	7,64		-1,61	
B	1	6,94	11,4	-1,73	-0,91
	2	9,44		-0,67	
	3	17,82		-0,33	
C	1	2,47	7,24	-4,19	-3,74
	2	2,84		-5,25	
	3	16,42		-1,79	
D	1	3,17	4,86	-5,86	-3,38
	2	3,04		-2,34	
	3	8,38		-7,93	



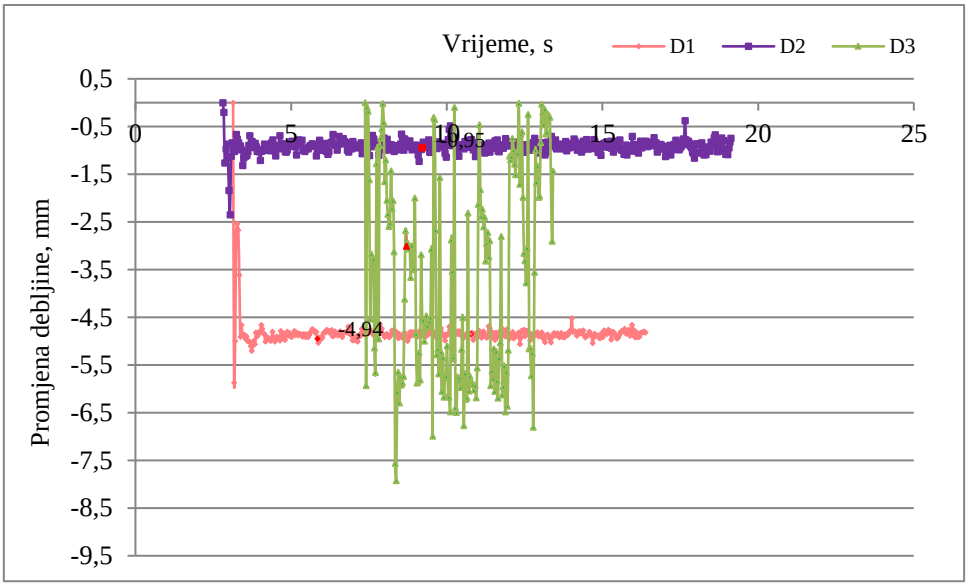
Slika 9. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 1,6 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg



Slika 10. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 4,1 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg



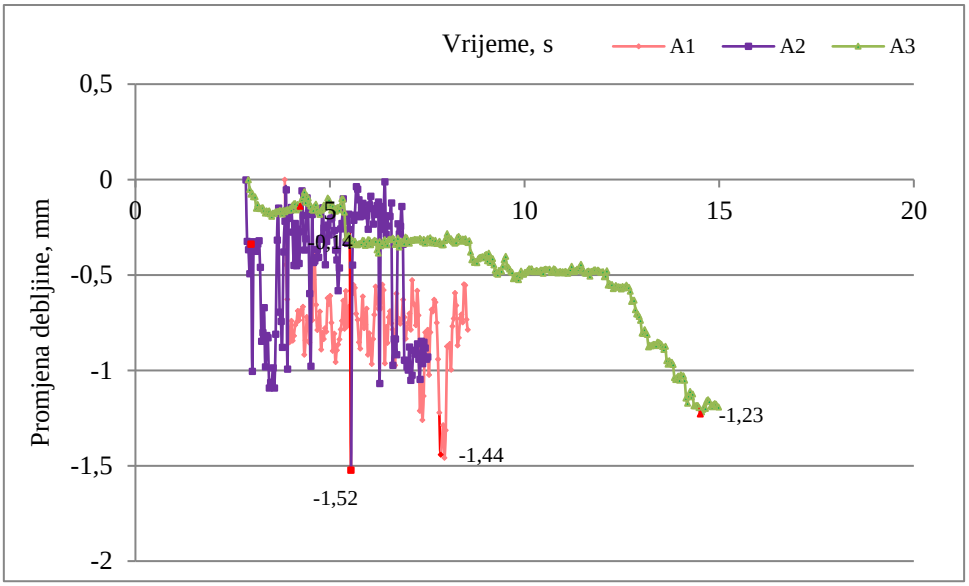
Slika 11. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 6,4 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg



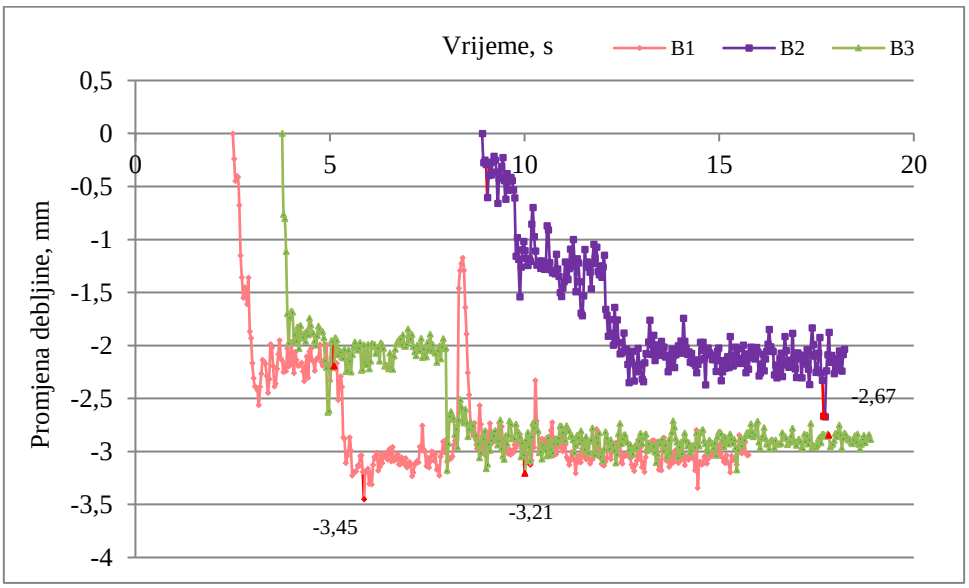
Slika 12. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 8,2 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg

Tablica 6. Rezultati mjerenja djelovanja utega mase 1,0 kg na netkani tekstil

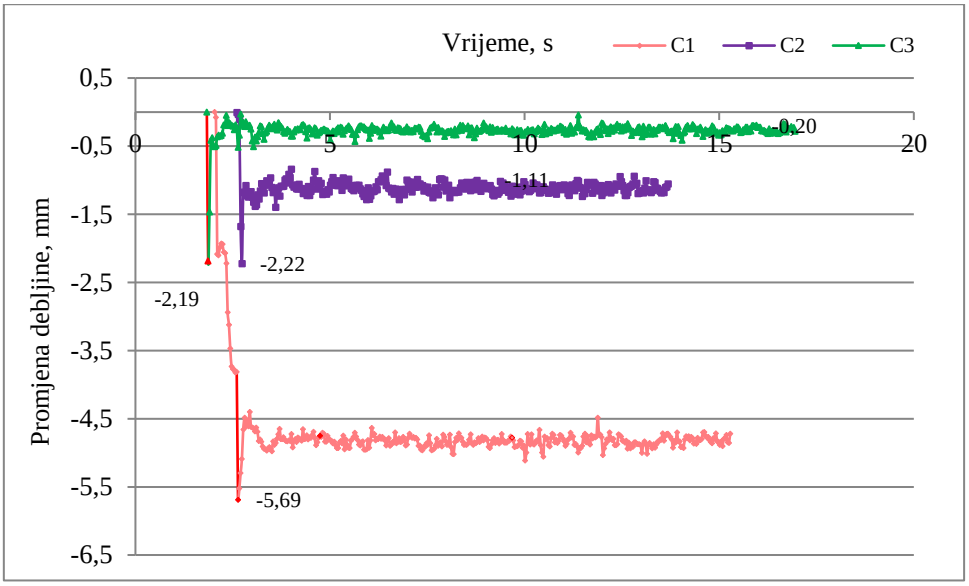
Uzorak		Vrijeme, s	$\bar{x}$, s	Promjena debljine, mm	$\bar{x}$, mm
A		9,68	9,91	-1,44	-1,40
	2	5,54		-1,52	
	3	14,51		-1,23	
B	1	5,87	11,19	-3,45	-3,11
	2	17,68		-2,67	
	3	10,01		-3,21	
C	1	2,64	2,42	-5,69	-3,37
	2	2,74		-2,22	
	3	1,87		-2,19	
D	1	3,97	4,05	-6,40	-6,56
	2	3,47		-6,32	
	3	4,70		-6,95	



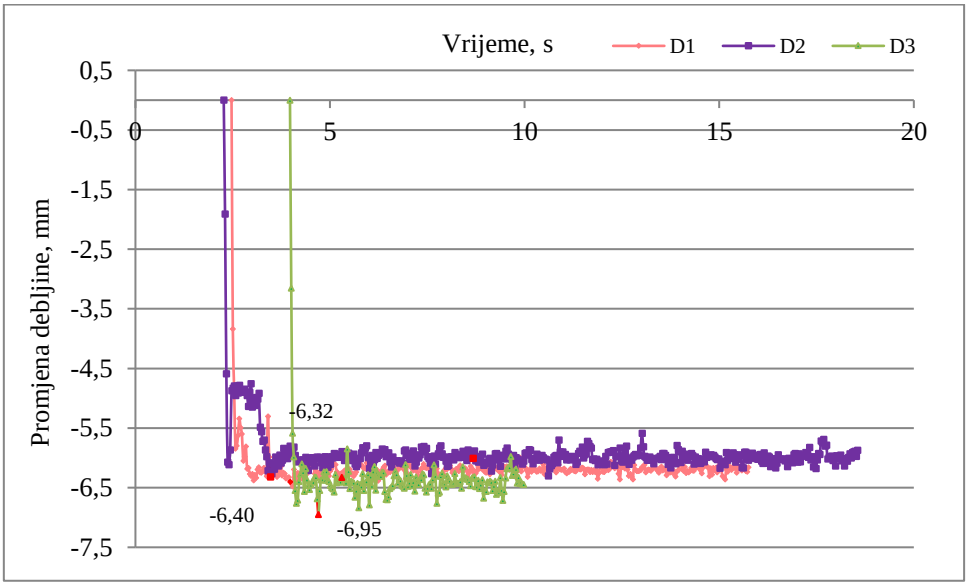
Slika 13. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 1,6 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg



Slika 14. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 4,1 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg



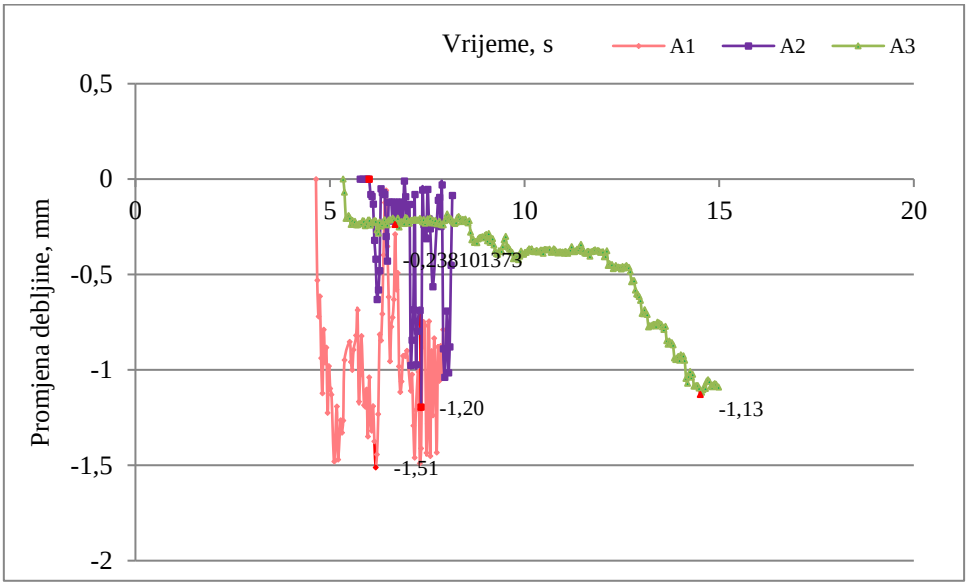
Slika 15. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 6,4 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg



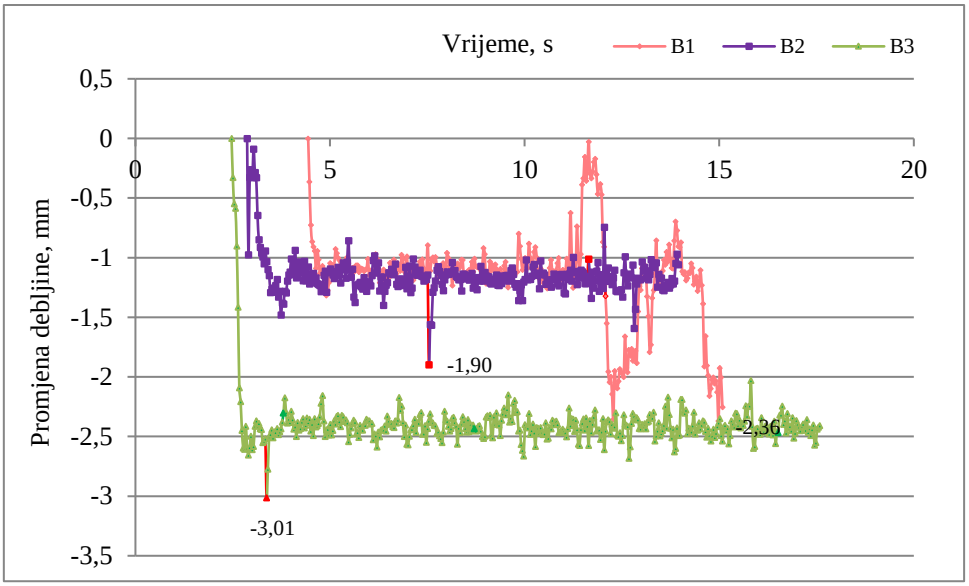
Slika 16. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 8,2 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg

Tablica 7. Rezultati mjerenja djelovanja utega mase 1,5 kg na netkani tekstil

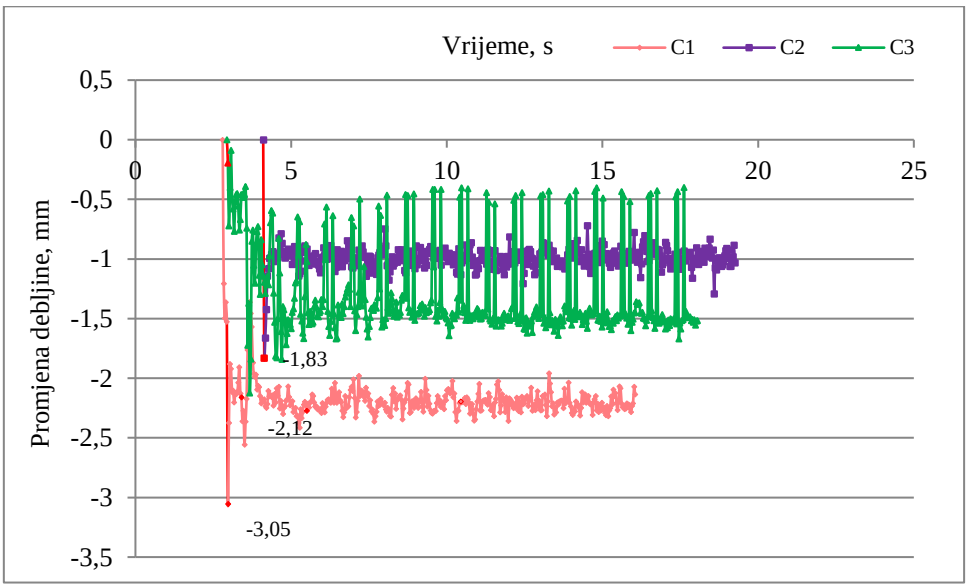
Uzorak		Vrijeme, s	$\bar{x}$, s	Promjena debljine, mm	$\bar{x}$, mm
A	1	6,17	9,34	-1,51	-1,28
	2	7,34		-1,20	
	3	14,51		-1,13	
B	1	14,98	8,63	-2,36	-2,42
	2	7,54		-1,90	
	3	3,37		-3,01	
C	1	2,97	5,93	-3,05	-2,33
	2	4,14		-1,83	
	3	3,67		-2,12	
D	1	2,64	2,77	-4,46	-6,41
	2	2,54		-7,37	
	3	3,14		-7,41	



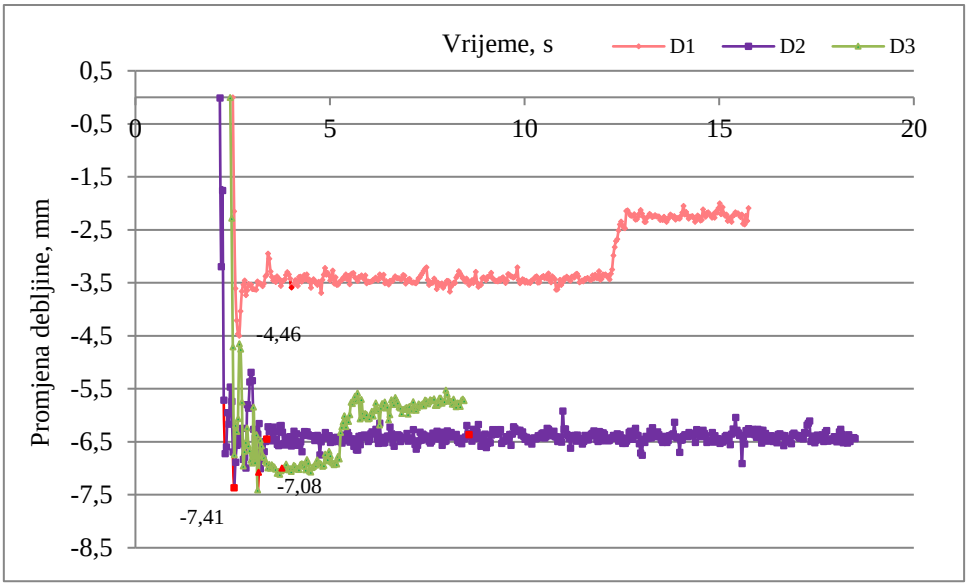
Slika 17. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 1,6 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg



Slika 18. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 4,1 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg



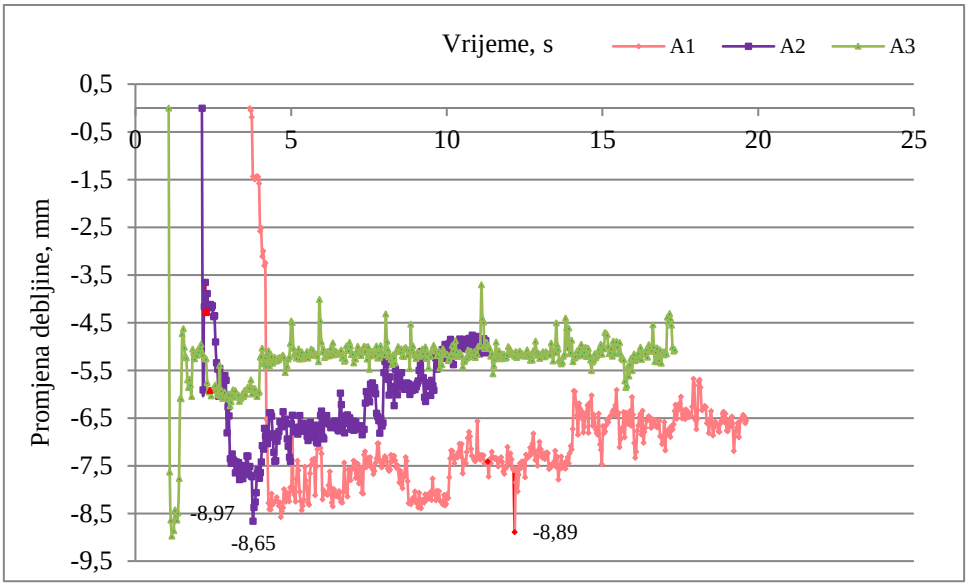
Slika 19. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 6,4 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg



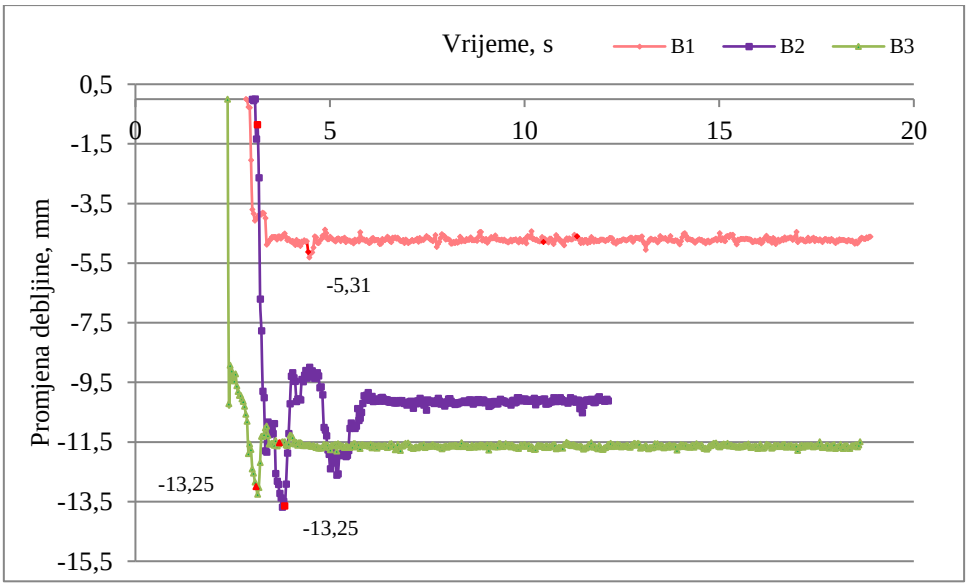
Slika 20. Promjena debljine netkanog tekstila početne debljine 8,2 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg

Tablica 8. Rezultati mjerenja djelovanja utega mase 0,5 kg na spužvu

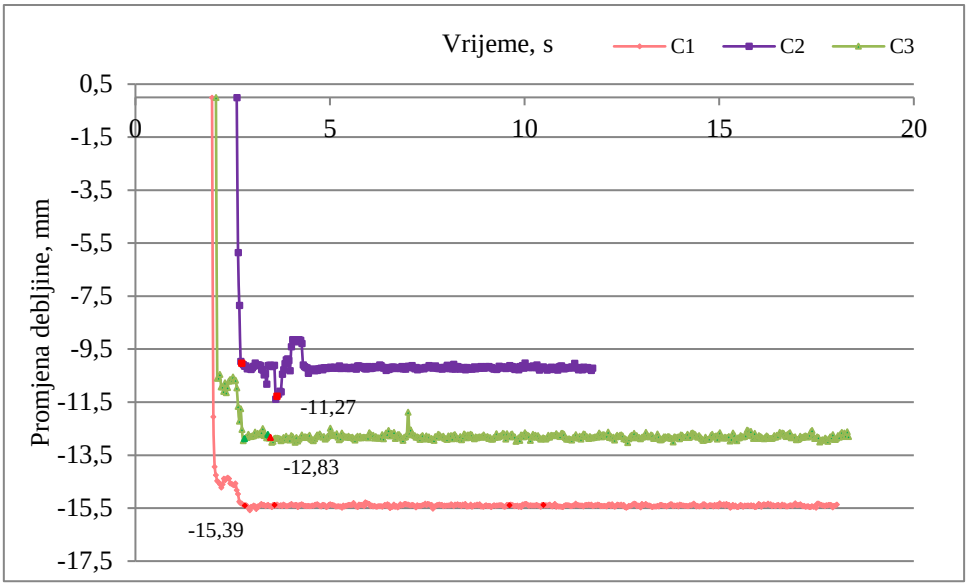
Uzorak		Vrijeme, s	$\bar{x}$, s	Promjena debljine, mm	$\bar{x}$, mm
A	1	12,18	5,71	-8,89	-8,84
	2	3,77		-8,65	
	3	1,17		-8,97	
B	1	4,47	3,82	-5,31	-10,68
	2	3,84		-13,49	
	3	3,14		-13,25	
C	1	2,80	9,91	-15,39	-13,16
	2	3,64		-11,27	
	3	3,47		-12,83	
D	1	3,24	3,29	-1,41	-2,04
	2	3,64		-1,57	
	3	3,00		-3,15	



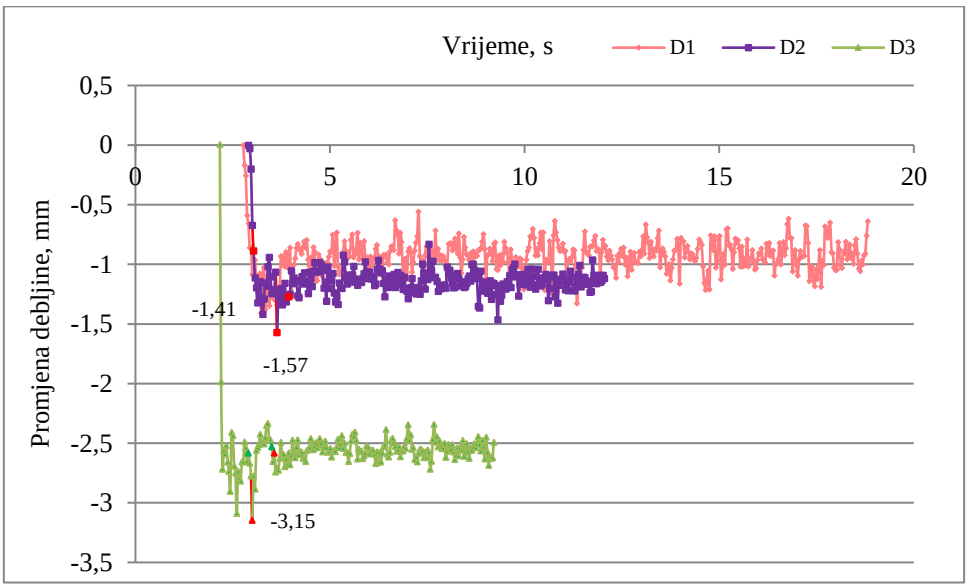
Slika 21. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 9 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg



Slika 22. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 20 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg



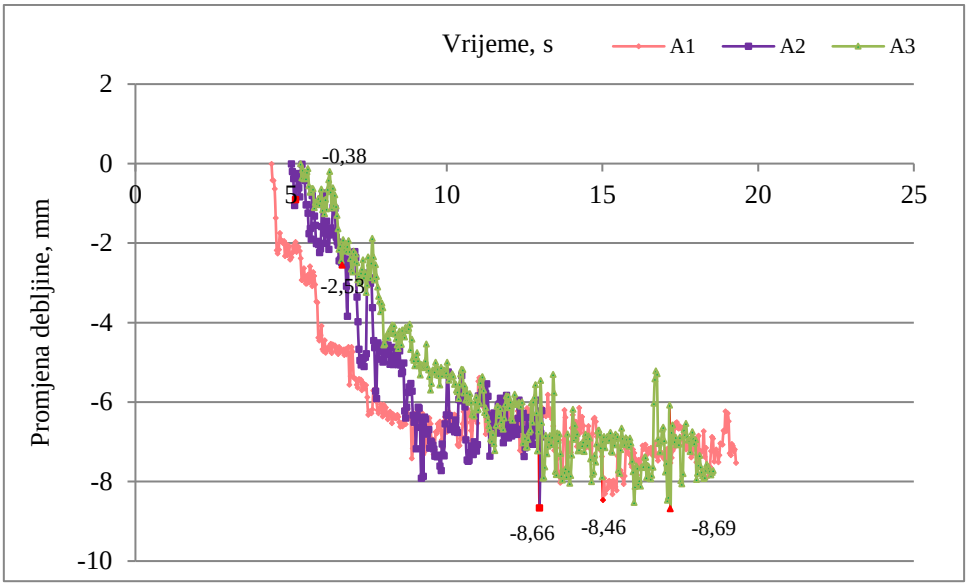
Slika 23. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 30 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg



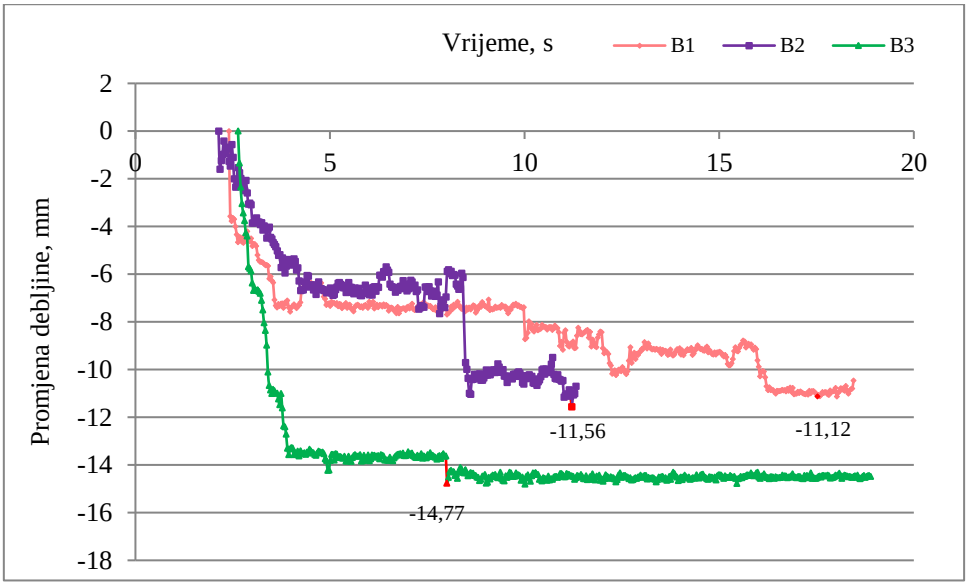
Slika 24. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 49 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 0,5 kg

Tablica 9. Rezultati mjerenja djelovanja utega mase 1,0 kg na spužvu

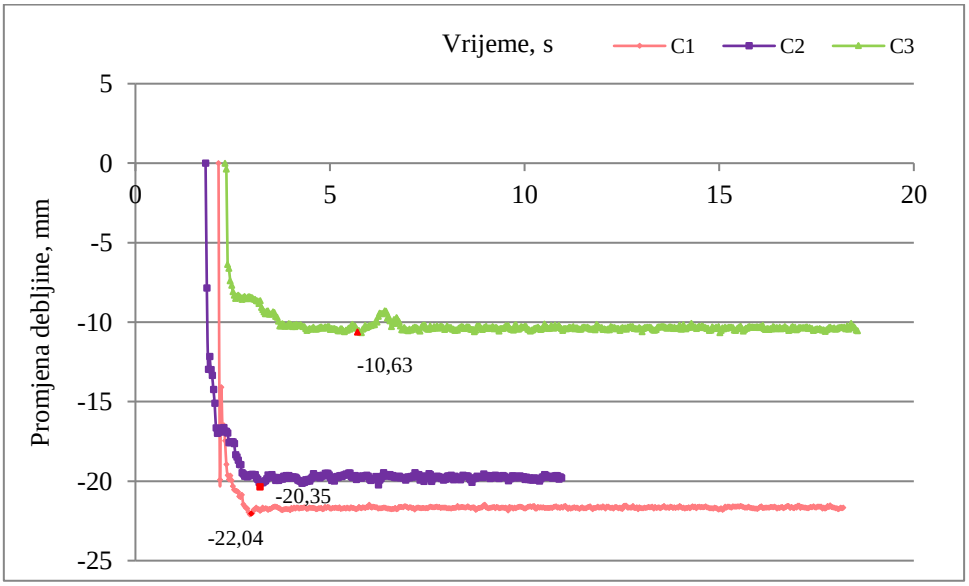
Uzorak		Vrijeme, s	$\bar{x}$, s	Promjena debljine, mm	$\bar{x}$, mm
A	1	15,02	15,06	-8,46	-8,60
	2	12,98		-8,66	
	3	17,18		-8,69	
B	1	17,52	12,25	-11,12	-12,48
	2	11,21		-11,56	
	3	8,01		-14,77	
C	1	2,97	3,96	-22,04	-17,67
	2	3,20		-20,35	
	3	5,71		-10,63	
D	1	5,71	-3,10	-10,45	-10,28
	2	2,80		-9,84	
	3	-17,82		-10,54	



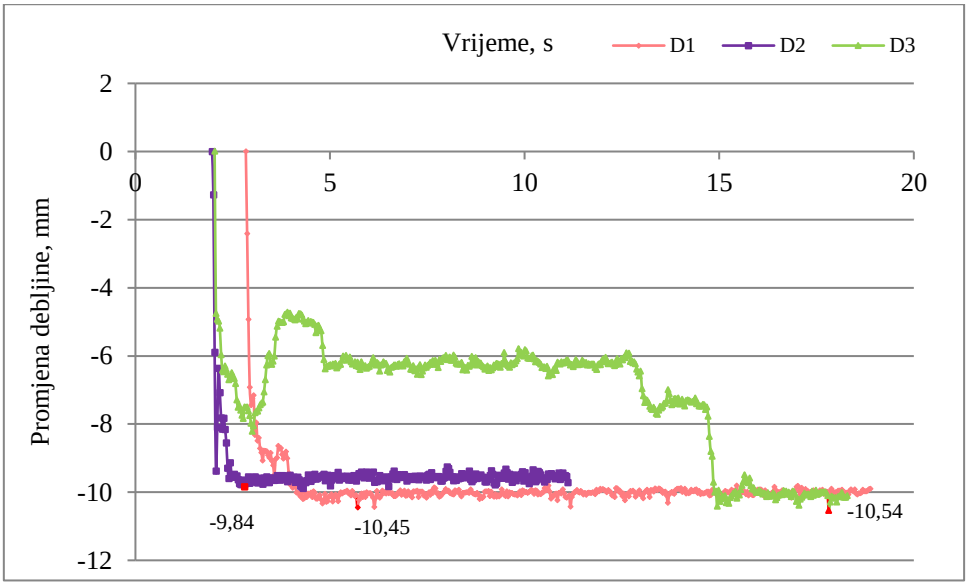
Slika 25. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 9 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg



Slika 26. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 20 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg



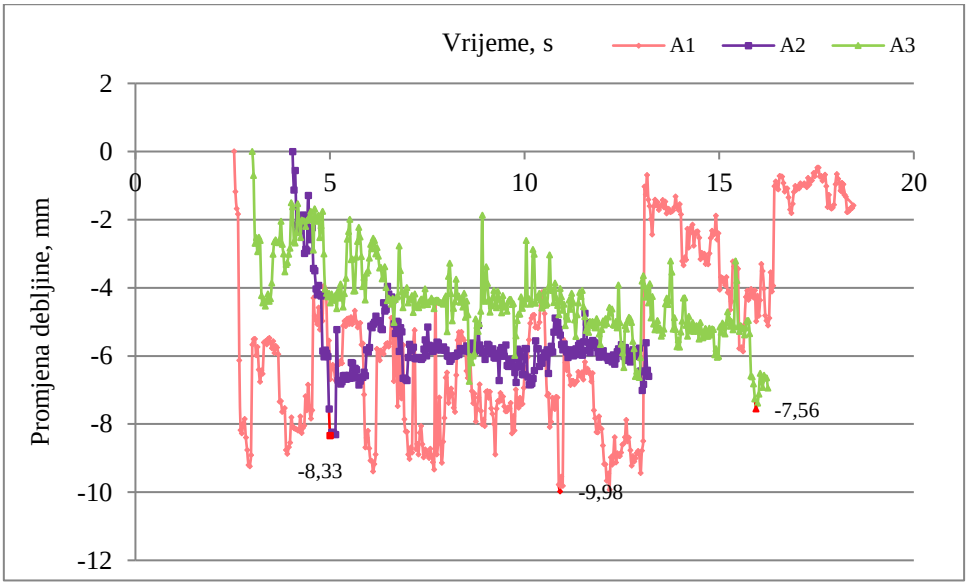
Slika 27. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 30 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg



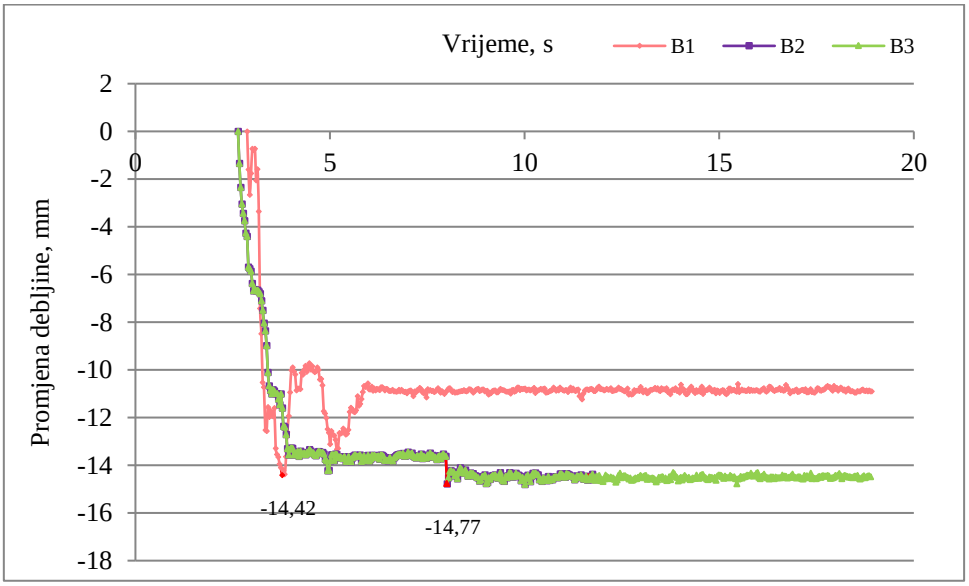
Slika 28. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 49 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,0 kg

Tablica 10. Rezultati mjerenja djelovanja utega mase 1,5 kg na spužvu

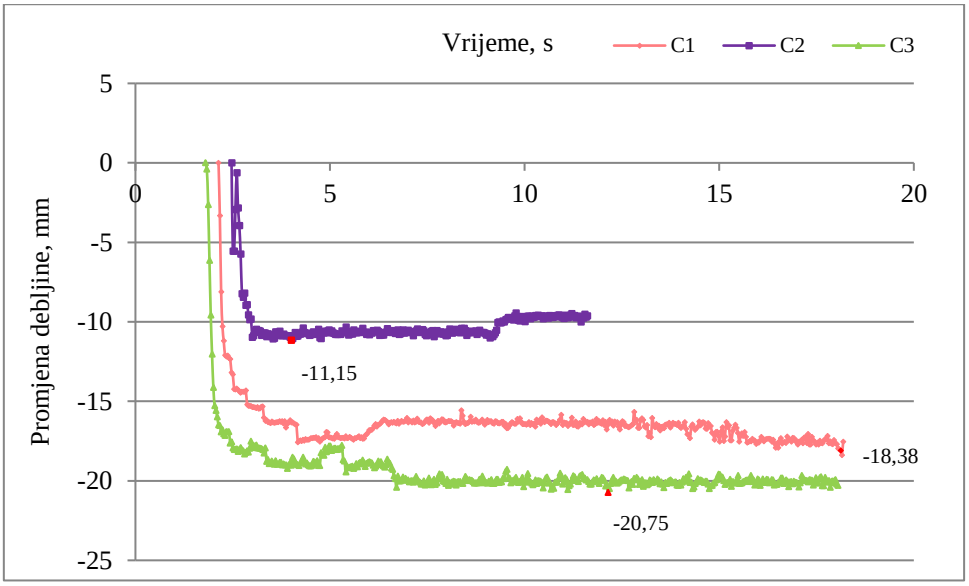
Uzorak		Vrijeme, s	$\bar{x}$, s	Promjena debljine, mm	$\bar{x}$, mm
A	1	10,91	10,62	-9,98	-8,62
	2	5,01		-8,33	
	3	15,95		-7,56	
B	1	3,77	6,60	-14,42	-14,65
	2	8,01		-14,77	
	3	8,01		-14,77	
C	1	18,15	11,43	-18,38	-16,76
	2	4,00		-11,15	
	3	12,15		-20,75	
D	1	18,52	8,23	-10,91	-17,50
	2	3,58		-19,22	
	3	2,60		-22,38	



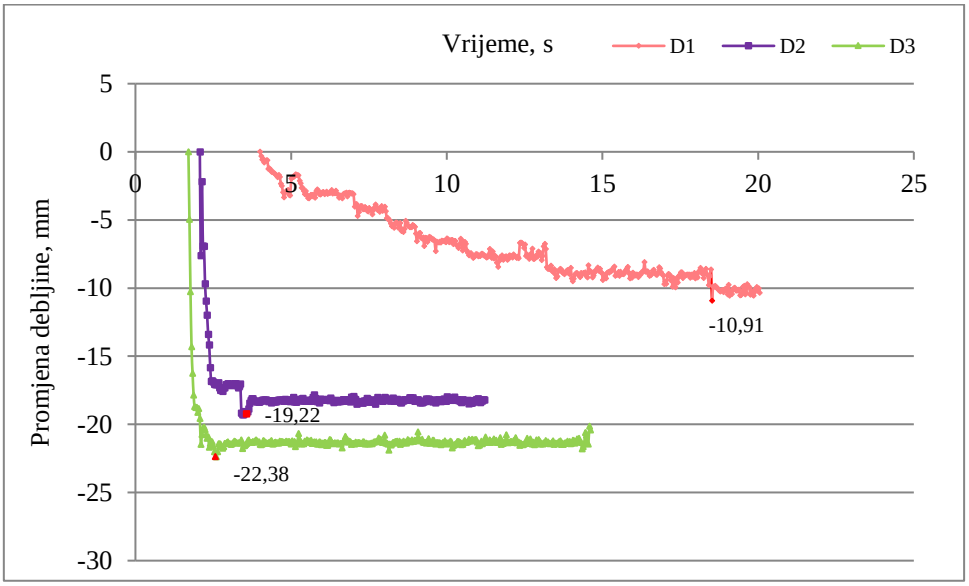
Slika 29. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 9 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg



Slika 30. Promjena debljine poliuretanske pjene početne debljine 20 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg



Slika 31. Debljina poliuretanske pjene početne debljine 30 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg



Slika 32. Debljina poliuretanske pjene početne debljine 49 mm u ovisnosti u vremenu pri djelovanju utega mase 1,5 kg

Tablica 11 Skupni prikaz podataka djelovanja utega mase 0, 1,0 i 1,5 kg na netkani tekstil

Uzorak		Netkani tekstil; uteg 0,5 kg				Netkani tekstil; uteg 1,0 kg				Netkani tekstil; uteg 1,5 kg			
	D, mm	t, s	$\bar{x}$, s	ΔD, mm	$\bar{x}$, mm	t, s	$\bar{x}$, s	ΔD, mm	$\bar{x}$, mm	t, s	$\bar{x}$, s	ΔD, mm	$\bar{x}$, mm
A	1,56	18,02	10,99	-1,46	-1,36	9,68	9,91	-1,44	-1,40	6,17	9,34	-1,51	-1,28
		7,34		-1,31		5,54		-1,52		7,34		-1,20	
		7,64		-1,31		14,51		-1,23		14,51		-1,13	
B	4,09	6,94	11,4	-1,73	-0,91	5,87	11,19	-3,45	-3,11	14,98	8,63	-2,36	-2,42
		9,44		-0,67		17,68		-2,67		7,54		-1,90	
		17,82		-0,33		10,01		-3,21		3,37		-3,01	
C	6,39	2,47	7,24	-4,19	-3,74	2,64	2,42	-5,69	-3,37	2,97	5,93	-3,05	-2,33
		2,84		-5,25		2,74		-2,22		4,14		-1,83	
		16,42		-1,79		1,87		-2,19		3,67		-2,12	
D	8,23	3,17	4,86	-5,86	-3,38	3,97	4,05	-6,40	-6,56	2,64	2,77	-4,46	-6,41
		3,04		-2,34		3,47		-6,32		2,54		-7,37	
		8,38		-7,93		4,70		-6,95		3,14		-7,41	

Tablica 12 Skupni prikaz podataka djelovanja utega mase 0, 1,0 i 1,5 kg na poliuretansku pjenu

Uzorak		Poliuretanska pjena; uteg 0,5 kg				Poliuretanska pjena; uteg 1,0 kg				Poliuretanska pjena; uteg 1,5 kg			
	D, mm	t, s	$\bar{x}$, s	ΔD, mm	$\bar{x}$, mm	t, s	$\bar{x}$, s	ΔD, mm	$\bar{x}$, mm	t, s	$\bar{x}$, s	ΔD, mm	$\bar{x}$, mm
A	9,41	12,18	5,71	-8,89	-8,84	15,02	15,06	-8,46	-8,60	10,91	10,62	-9,98	-8,62
		3,77		-8,65		12,98		-8,66		5,01		-8,33	
		1,17		-8,97		17,18		-8,69		15,95		-7,56	
B	20,22	4,47	3,82	-5,31	-10,68	17,52	12,25	-11,12	-12,48	3,77	6,60	-14,42	-14,65
		3,84		-13,49		11,21		-11,56		8,01		-14,77	
		3,14		-13,25		8,01		-14,77		8,01		-14,77	
C	30,37	2,80	9,91	-15,39	-13,16	2,97	3,96	-22,04	-17,67	18,15	11,43	-18,38	-16,76
		3,64		-11,27		3,20		-20,35		4,00		-11,15	
		3,47		-12,83		5,71		-10,63		12,15		-20,75	
D	48,76	3,24	3,29	-1,41	-2,04	5,71	-3,10	-10,45	-10,28	18,52	8,23	-10,91	-17,50
		3,64		-1,57		2,80		-9,84		3,58		-19,22	
		3,00		-3,15		-17,82		-10,54		2,60		-22,38	

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da se debljina netkanog tekstila se smanjuje porastom mase utega sa 0,5 na 1,0 kg. Porastom mase utega sa 1,0 na 1,5 kg promjena debljine netkanog tekstila je manja nego što je bila porastom mase utega sa 0,5 na 1,0 kg. Porastom površinske mase netkanog tekstila, promjena debljine uslijed djelovanja opterećenja (utezi mase 0,5 kg, 1,0 kg i 1,5 kg) se povećava. Tako primjerice za djelovanje utega mase 0,5 kg na uzorak netkanog tekstila A (debljina 1,56 mm) promjena debljine je za 0,2 mm dok je za uzorak D (debljina 8,23 mm) promjena debljine za 4,85 mm.

Svojstvo netkanog tekstila učvršćenog termičkim postupkom je voluminoznost. Porastom površinske mase raste i voluminoznost netkanog tekstila čime se povećava promjena debljine (Tablica 11 i 12). Poznata je činjenica da je netkani tekstil relativno nejednoličan plošni proizvod po svojoj površinskoj masi i debljini. Tracker program je vrlo precizan alat za mjerenja fizikalnih svojstva i promjena gdje proizvođač programa tvrdi da su tri mjerenja dovoljna za objašnjenje različitih fizikalnih promjena.
Suprotno sugestiji proizvođača programa, za bolje razumijevanje ponašanja netkanog tekstila uslijed djelovanja tlačnih sila mjereno Tracker programom potrebno je povećati broj mjerenja po uzorku.

Porastom debljine promjena debljine poliuretanske pjene se smanjuje, jednako kao što pokazuje i netkani tekstil. Što je debljina materijala (netkanog tekstila i poliuretanske pjene) veća, veći je i otpor materijala utegu (sili tlačenja).

Za razliku od netkanog tekstila, porastom mase utega sa 1,0 na 1,5 kg promjena debljine poliuretanske pjene je jednaka ili veća od promjene debljine porastom mase utega sa 0,5 na 1,0 kg. Tako primjerice uzorak poliuretanske pjene D (početne debljine 48,76 mm) djelovanjem utega mase 0,5 kg ima promjenu debljine od 2,04 mm, mase utega 1,0 mm promjena debljine je -10,28 mm i za masu utega od 1,5 kg iznosi 17,50 mm. Navedena pojava rezultat je značajno drugačije strukture netkanog tekstila i poliuretanske pjene.

Približno jednake debljine netkanog tekstila i poliuretanske pjene imaju uzorci NT-D (8,23 mm) i PU-A (9 mm). Uspoređujući promjene debljine tih dvaju uzoraka uslijed djelovanja utega masa 0,5 kg, 1,0 kg i 1,5 kg vidljivo je da su promjene debljine veće kod poliuretanske pjene. Kod djelovanja utega mase 0,5 kg promjena debljine netkanog tekstila je 3,38 mm a PU pjene 8,84, uteg mase 1,0 kg mjenja debljinu netkanog tekstila za 6,56 mm dok je kod PU

pjene za istu masu utega promjena 8,60mm. Djelovanjem utega mase 1,5 kg, promjena debljine netkanog tekstila iznosi 6,41 mm a poliuretanske pjene 8,62 mm. Iz dobivenih podataka može se zaključiti da netkani tekstil radi svoje strukture ima manje smanjenje debljine uslijed djelovanja utega masa 0,5 kg, 1,0 kg i 1,5 kg s obzirom na poliuretansku pjenu iste debljine od 9 mm. Da li takva zakonitost prati i druge debljine netkanog tekstila izrađenog na grebenaljci i učvršćenog termičkim putem i poliuretanske pjene potrebno je napraviti dodatna ispitivanja.

7. ZAKLJUČAK

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti:

1. Poliuretanska pjena ima veću jednoličnost površinske mase i debljine od netkanog tekstila.
2. Debljina netkanog tekstila smanjuje se porastom mase utega sa 0,5 na 1,0 kg. Porastom mase utega sa 1,0 na 1,5 kg promjena debljine netkanog tekstila je manja nego što je bila porastom mase utega sa 0,5 na 1,0 kg.
3. Porastom površinske mase netkanog tekstila, promjena debljine uslijed djelovanja opterećenja (utezi mase 0,5 kg, 1,0 kg i 1,5 kg) se povećava.
4. Radi boljeg razumijevanje ponašanja netkanog tekstila uslijed djelovanja tlačnih sila mjereno Tracker programom potrebno je povećati broj mjerenja po uzorku.
5. Porastom debljine poliuretanske pjene promjena debljine se smanjuje
6. porastom mase utega sa 1,0 na 1,5 kg promjena debljine poliuretanske pjene je jednaka ili veća od promjene debljine porastom mase utega sa 0,5 na 1,0 kg. Navedena pojava rezultat je značajno drugačije strukture netkanog tekstila i poliuretanske pjene.
7. Uspoređujući promjene debljine uzoraka netkanog tekstila i poliuretanske pjene debljine 9 mm a uslijed djelovanja utega masa 0,5 kg, 1,0 kg i 1,5 kg vidljivo je da su promjene debljine veće kod poliuretanske pjene. Iz dobivenih podataka može se zaključiti da netkani tekstil radi svoje strukture ima manje smanjenje debljine uslijed djelovanja utega masa 0,5 kg, 1,0 kg i 1,5 kg s obzirom na poliuretansku pjenu iste debljine od 9 mm.

8. LITERATURA

[1] Zbornik radova Tehnološkog fakulteta u Leskovcu; Perspektive razvoja i upotrebe tehničkih i netkanih tekstilnih materijala – S. Urošević, 2011.

[2] ISO 9092

[3] http://www.webgradnja.hr/clanci/poznavanje-materijala-tapecirane-garniture/360/

[4] www.mediakorak.hr/spuzve.html

[5] ISO 2076; Textiles – Man made fibres – Generic names, ISO 1999; R. Čunko, M.Andrassy: Vlakna, Zrinski d.d., Zagreb (2005.)

[6] ...:World production: 60 million tons textile fibres, Chemical Fibres International, 51 (2001) September, 242; R. Čunko, M.Andrassy: Vlakna, Zrinski d.d., Zagreb (2005.)

[7] ISO 9073-1:1989