



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

**ANALIZA NATEZNIH LASTNOSTI VLAKEN V FAZI
PRIPRAVE PREDIVA ZA MIKALNIŠKI POSTOPEK
IZDELAVE KOPREN**

Diplomsko delo

Študentka: Jasmina KOTNIK

Študijski program: Visokošolski strokovni program Tekstilstvo

Smer: Tekstilna tehnologija

Mentor: izr.prof.dr. Polona DOBNIK DUBROVSKI

Somentor: izr.prof.dr. Tatjana KREŽE

Maribor, junij 2013

I Z J A V A

Podpisana Jasmina Kotnik izjavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo opravljeno samostojno pod mentorstvomizr.prof.dr. Polone Dobnik Dubrovski in somentorstvomizr.prof.dr. Tatjane Kreže,
- predloženo diplomsko delo v celoti ali v delih ni bilo predloženo za pridobitev kakršnekoli izobrazbe na drugi fakulteti ali univerzi;
- soglašam z javno dostopnostjo diplomskega dela v Knjižnici tehniških fakultet Univerze v Mariboru.

Maribor, junij 2013

Podpis: _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici izr. prof. dr. Poloni Dobnik Dubrovski in somentorici izr. prof. dr. Tatjani Kreže za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi Damjanu za spodbudo pri opravljanju diplomskega dela.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij.

Analiza nateznih lastnosti vlaken v fazi priprave prediva za mikalniški postopek izdelave kopren

Ključne besede: proizvodnja netkanih tekstilij, priprava prediva, mikalniški postopek izdelave kopren, natezne lastnosti vlaken

UDK:

POVZETEK

Diplomska naloga obravnava analizo nateznih lastnosti vlaken v fazi priprave prediva za mikalniški postopek izdelave netkanih tekstilij z namenom ugotoviti, ali prihaja v tej fazi do kakršnih koli poškodb oz. zmanjšanja nateznih lastnosti vlaken. Analiza nateznih lastnosti vlaken se nanaša na konkretno procesno linijo priprave prediva različnega surovinskega sestava, finosti in dolžine vlaken (predivo iz PES vlaken, PP vlaken, meta aramidnih vlaken ter iz mešanice PAN vlaken z različno finostjo in dolžino) za izdelavo kopren, v katero so vključene naslednje tehnološke faze: klimatizacija in relaksacija prediva, obzirno rahljanje, intenzivno rahljanje, mešanje prediva, odmerjanje določene količine kosmičev, intenzivno rahljanje in dovajanje kosmičev. Vzorci prediva so bili odvzeti na treh mestih, in sicer iz skladišča, po mešanju prediva iz mešalne komore in iz dozirnika kosmičev, nameščenem tik pred mikalnikom. Natezne lastnosti so bile izmerjene v skladu s standardom SIST EN ISO 5079. Rezultati analize nateznih lastnosti so pokazali, da v fazi priprave prediva konkretnega proizvajalca netkanih tekstilij ne prihaja do poškodb vlaken.

Tensile Properties Analysis of Fibers during the Preparation of Fibrous Material for Carding Process of Web Forming

Key words: production of nonwoven fabrics, preparation of fibrous material, carding method of web forming, tensile properties of fibers

UDK:

ABSTRACT

The diploma work deals with the analysis of the tensile properties of fibres during the preparation of fibrous material for carding process of web forming in order to find out if some damages of fibres or reductions of tensile properties of fibres occur during this phase of web production. Analysis of fibres' tensile properties is focused on the fibrous material preparation line of certain nonwoven producer, which consist of the following technological phases: relaxation and conditioning – bale opening – intensive loosening – blending – feeding – intensive loosening and batt forming. The fibrous material with different fibre's type, fineness and length (fibrous material from PES, PP, and meta-aramid fibres, and fibres from the mixture of two different PAN fibres regarding fineness and length) were taken into account. The fibrous material samples were taken at three points, namely from the store, after the blending from the blending chamber, and from the chute feed, located just before the carding machine, and tested according to the SIST EN ISO 5079. The results show no fibres' damages during the fibrous material preparation phase of certain nonwovens producer.

KAZALO

1	UVOD	- 1 -
2	PRIPRAVA PREDIVA ZA MIKALNIŠKI POSTOPEK IZDELAVE TEMELJNEGA SLOJA NETKANIH TEKSTILIJ	- 2 -
2.1	ODPIRANJE IN KLIMATIZACIJA PREDIVA	- 3 -
2.2	OBZIRNO RAHLJANJE PREDIVA	- 4 -
2.3	INTENZIVNO RAHLJANJE KOSMIČEV	- 7 -
2.4	TRANSPORTIRANJE IN MAŠČENJE KOSMIČEV	- 8 -
2.5	MEŠANJE PREDIVA	- 12 -
2.6	DOZIRANJE MIKALNIKA	- 14 -
3	OBREMENITEV VLAKEN V PROCESU PRIPRAVE PREDIVA	- 15 -
4	EKSPERIMENTALNI DEL	- 17 -
4.1	UPORABLJENI MATERIALI	- 19 -
4.2	UPORABLJENE METODE	- 20 -
5	REZULTATI	- 21 -
6	DISKUSIJA	- 23 -
7	ZAKLJUČEK	- 27 -
8	SEZNAM UPORABLJENIH VIROV	- 29 -

SEZNAM SLIK

<i>Slika 2.1: Odlagališče bal [3]</i>	<i>- 3 -</i>
<i>Slika 2.2: Rahljalnik bal s poševnim iglastim trakom</i>	<i>- 5 -</i>
<i>Slika 2.5: Vertikalni rahljalnik Temafa in rahljalni valj z iglasto oblogo za intenzivno rahljanje kosmičev [4]</i>	<i>- 7 -</i>
<i>Slika 2.6: Cevovod Temafa z razpršilnimi šobami za pnevmatski transport in maščenje prediva [3].....</i>	<i>- 8 -</i>
<i>Slika 2.7: Ventilator Temafa za pnevmatski transport prediva [3].....</i>	<i>- 9 -</i>
<i>Slika 2.8: Mešalni ciklon [3].....</i>	<i>- 10 -</i>
<i>Slika 2.9: Preusmerjevalo Temafa [3]</i>	<i>- 10 -</i>
<i>Slika 2.10: Izločevalo kovinskih delcev [3].....</i>	<i>- 11 -</i>
<i>Slika 2.11: Mešalna komora z mirujočo posteljo [3]</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Slika 2.12: Dozirnik kosmičev Tibeau NSC [5]</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Slika 4.1: Postavitev strojev v procesni liniji priprave prediva za mikalniški postopek izdelave koprene.....</i>	<i>- 19 -</i>

SEZNAM TABEL

<i>Tabela 1: Opis in oznaka vzorcev preizkušanih vlaken.....</i>	<i>- 19 -</i>
<i>Tabela 2: Pretržna napetost vlaken</i>	<i>- 21 -</i>
<i>Tabela 3: Pretržni raztezek vlaken.....</i>	<i>- 22 -</i>
<i>Tabela 4: Mejne vrednosti pretržne napetosti vlaken pred obdelavo in pretržna napetost vlaken na odvzemnem mestu B oz. C.....</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Tabela 5: Mejne vrednosti pretržnega raztezka vlaken pred obdelavo in pretržen raztezek vlaken na odvzemnem mestu B oz. C.....</i>	<i>- 26 -</i>

SEZNAM GRAFOV

<i>Graf 1: Primerjava pretržne napetosti vlaken glede na mesto odvzema prediva iz linije priprave prediva.....</i>	<i>- 23 -</i>
<i>Graf 2: Priprava pretržnega raztezka vlaken glede na mesto odvzema prediva iz linije priprave prediva.....</i>	<i>- 25 -</i>

UPORABLJENI SIMBOLI

A_0 – površina [m^2]

F_{max} – maksimalna sila [N]

σ_{max} – mejna napetost [N/m^2]

σ_{sp} – specifična pretržna napetost [cN/tex]

F_{max} – maksimalna sila [N]

T_t – dolžinska masa vlaken [tex]

1 UVOD

V liniji priprave prediva za mikalniški postopek izdelave netkanih tekstilij lahko pride do poškodbe vlaken. Predivo oz. vlakna so v vpetem ali nevpetem stanju vodena skozi posamezne naprave v tej liniji in se drgnejo ob strojne elemente. Poškodbe vlaken, ki nastajajo, so odvisne od procesnih parametrov oz. nastavitve strojev (hitrosti dovajanja prediva, hitrosti odvajanja prediva, vrtilne hitrosti rahljalnih valjev, vrtilne hitrosti vračalnih valjev, vrtilne hitrosti snemalnih valjev, vrste oblog rahljalnika, geometrije oblog rahljalnika, volumskega pretoka kosmičev, vrtilne hitrosti rotorja ventilatorja itn.).

V diplomskem delu sem analizirala pretržno napetost in raztezek različnih vlaken, ki se uporabljajo v obliki prediva za proizvodnjo netkanih tekstilij, katerih temeljni sloj je izdelan po mikalniškem postopku. Za analizo nateznih lastnosti vlaken sem uporabila predivo, odvzeto iz linije za pripravo prediva na treh odvzemnih mestih: 1. mesto odvzema prediva – skladišče bal, 2. mesto odvzema prediva – mešalna komora in 3. mesto odvzema prediva – dozirnik kosmičev.

Natezne lastnosti vlaken so bile izmerjene na podlagi standardne metode, ki jo predpisuje SIST EN ISO 5079,1999 s pomočjo elektronsko krmiljenega dinamometra, ki na podlagi programske opreme avtomatsko izriše krivuljo napetosti – raztezek, beleži posamezne meritve nateznih lastnosti vlaken (pretržno napetost σ [cN/tex], pretržni raztezek ε [%], modul elastičnosti E) ter izračuna srednje, minimalne in maksimalne vrednosti meritev, standardno odstopanje in variacijski koeficient.

Rezultati se nanašajo na dane procesne parametre konkretnega proizvajalca, ki pa zaradi poslovne skrivnosti podjetja v nalogi ni eksplicitno naveden.

2 PRIPRAVA PREDIVA ZA MIKALNIŠKI POSTOPEK IZDELAVE TEMELJNEGA SLOJA NETKANIH TEKSTILIJ

Pripravljalnica je oddelek, v katerem se izvaja rahljanje, čiščenje, mešanje in po potrebi maščenje prediva. Predivo pride do pripravljavnice stisnjeno v balah za lažje transportiranje in skladiščenje [3].

Linija za pripravo prediva je sestavljena iz naslednjih tehnoloških faz [3]:

- odpiranje in klimatizacija bal,
- obzirno rahljanje,
- intenzivno rahljanje,
- doziranje mikalnika.

Glede na vrsto prediva, ki se predeluje, in na zahtevane lastnosti netkanih tekstilij pa je postavitev ustreznih strojev v liniji priprave prediva različna. Med posameznimi stroji se izvaja transportiranje in maščenje, ki je odvisno od vrste vlaken, ki jih predelujemo [1].

V nadaljevanju bom opisala posamezno tehnološko fazo in princip delovanja samo tistih strojev v liniji priprave prediva, ki so vezani na linijo konkretnega proizvajalca netkanih tekstilij.

2.1 ODPIRANJE IN KLIMATIZACIJA PREDIVA

Predivo je stisnjeno v balah, da ga lažje transportiramo in skladiščimo, njegova prostornina pa znaša od 300 do 500 kgm⁻³. Predivu v balah se zmanjša prostornina za pet do desetkrat [3]. Odpiralne enote so neskončni transportni trakovi s prijemalnimi in rotirajočimi se sklopi, ki imajo precejšen vpliv na celoten proces [2].

Pred predelavo prediva bale odpremo in jih po možnosti pustimo ležati štiriindvajset ur v odlagališču (slika 2.1.), da se predivo relaksira in klimatizira. Pri tem predivo navzame vodno paro in toploto okolice (skladišča), v katerem se nahaja, s čimer se mu izboljšajo predelovalne lastnosti [3].



Slika 2.1.: Odlagališče bal [3]

2.2 OBZIRNO RAHLJANJE PREDIVA

Z rahljanjem postopoma zrahljamo gmote stisnjenega prediva ter oslabimo adhezijo med vlakni in nečistočami [1].

Rahljamo s pomočjo rahljalnikov bal, ki omogočajo puljenje različno velikih kosmičev iz bal. Velikost kosmičev je odvisna od principa delovanja rahljalnika, nastavitve njegovih delovnih elementov, števila pasaž prediva skozi stroj ter vrste prediva [1].

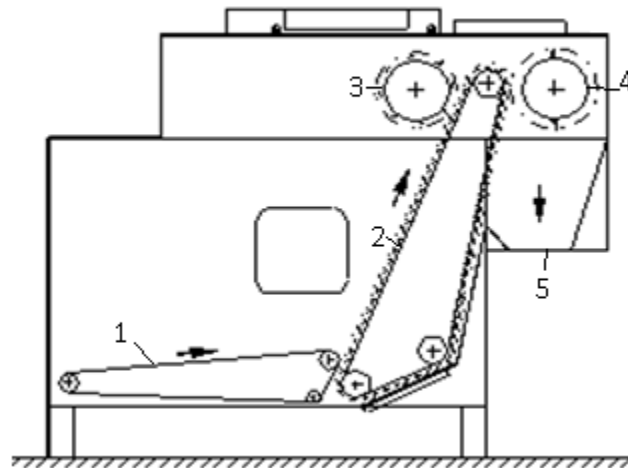
Rahljalnik bal postopoma odvzema kosme ali kosmiče z različnimi delovnimi organi, ki so obloženi z iglami, zobmi, noži ali imajo žagasto oblogo. Velikost izpuljenih kosmov ali kosmičev prediva je odvisna od geometrije rahljalne obloge, razdalje med oblogami, naklonskega kota obloge, relativne hitrosti prediva in načina vpetja. Glede na način vpetja ločimo rahljanje v nevpetem stanju in rahljanje v vpetem stanju [1].

Za obzirno rahljanje uporabljamo različne rahljalnike:

- rahljalnik bal z rahljalnim valjem,
- rahljalnik bal s poševnim iglastim trakom.

Pri rahljalniku bal z rahljalnim valjem se s pomočjo grobe rahljalne obloge z zakrivljenimi zobmi v področju med oblogo rahljalnega in vračalnega valja izvaja obzirno rahljanje, s tem da se gmote prediva z rahljanjem delijo v manjše kosme ali kosmiče. Zaradi delitve gmot prediva v manjše kosme in kosmiče ter vračanje enega dela le-teh ponovno v rahljalno področje prek vračalnega in čistilnega valja prihaja med rahljanjem prediva še do mešanja le-tega. Zrahljane kosme prediva z obloge rahljalnega valja sname snemalni valj in jih odlaga na dovajalni letvasti trak [1].

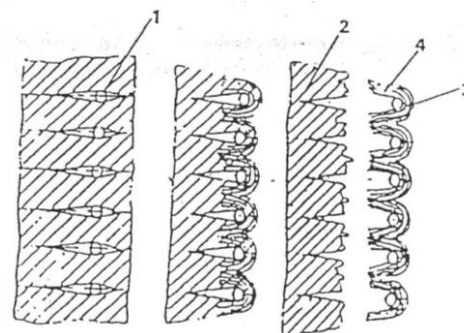
Pri rahljalniku bal s poševnim iglastim trakom (slika 2.2.) dovajamo gmote prediva s pomočjo dovajalnega transportnega traka v zbiralno skrinjo. Poševni iglasti trak grabi iz gmote prediva kosme prediva z iglami. Konice igel iglastega traku se med gibanjem pogrezajo v gmoto prediva, tako da se kosem prediva razdeli v zgoščeni del prediva pred konico in zrahljani del prediva za konico igle (slika 2.3) [2].



Slika 2.2.: Rahljalnik bal s poševnim iglastim trakom

1 – dovajalni trak, 2 – poševni iglasti trak, 3 – vračalni valj, 4 – snemalni valj, 5 – odvod kosmičev [3]

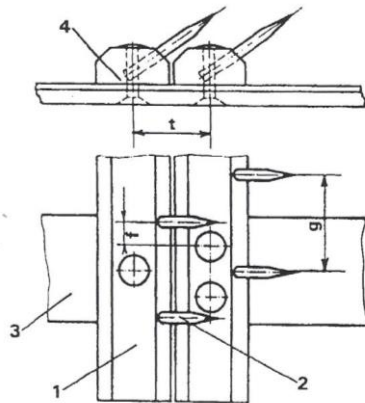
Pri nadaljnjem gibanju poševnega iglastega traku se ločijo kosmi od gmote prediva, ki jih zadržuje lastna teža v zbiralni skrinji. Preostala gmota prediva pa dobi žagasto obliko. Da se naslednja vrsta konic igel iglastega traku ne pogrezne v pravkar narejeno praznino žagaste oblike, je naslednja vrsta igel iglastega traku premaknjena za tretjino razdalje med iglami (slika 2.4) [1].



Slika 2.3.: Rahljanje z iglastim trakom [2]

1 – rahljalna igla, 2 – gmota prediva, 3 – zgoščeno predivo pred iglo,
4 – zrahljano predivo za iglo

Zaradi delovanja rahljalnih sil, ki jih povzročajo konice igel iglastega traku, in sil trenja med vlakni, ki so stisnjena v gmoto, se le-ta razdeli v manjše kosme oz. kosmiče [2]. Delovna širina rahljalnika bal za obzirno rahljanje znaša od 1000 mm do 4500 mm, delovna širina do 8000 mm in zmogljivost od 1000 do 4000 kg/h [3].



Slika 2.4: Razporeditev igel na iglastem traku [2]

1 – igelna letev, 2 – igla, 3 – transportni trak, 4 – učvrstitev igle, g – razdalja med sosednjima iglama, f – zamik igel med vrstami, t – razdalja med igelnimi vrstami

Vračalni valj skrbi za enakomerno dovajanje kosmičev in vrača en del kosmičev nazaj v rahljalno področje. Hkrati izvaja tudi grobo mešanje prediva [3].

Snemalni valj sneme zrahljane kosmiče iz poševnega iglastega traku in jih odlaga na pnevmatsko transportno napravo [3].

2.3 INTENZIVNO RAHLJANJE PREDIVA

Poznamo različne konfiguracije rahljalnikov za intenzivno rahljanje prediva, ki so lahko v liniji za pripravo prediva za mikanje postavljeni na različnih mestih. V primeru konkretnega proizvajalca netkanih tekstilij sta v linijo za pripravo prediva za mikanje vključena dva rahljalnika za intenzivno rahljanje prediva oz. kosmičev, in sicer vertikalni rahljalnik, postavljen za rahljanikom za obzirno rahljanje prediva (v nadaljevanju prvi vertikalni rahljalnik) in vertikalni rahljalnik, nameščen tik pred mikalnikom (v nadaljevanju drugi vertikalni rahljalnik). V nadaljevanju bom najprej opisala prvi vertikalni rahljalnik, medtem ko bom drugi vertikalni rahljalnik opisala v poglavju 2.6, saj ta rahljalnik deluje hkrati kot dozirnik kosmičev za mikalnik.

Prvi vertikalni rahljalnik za intenzivnejše rahljanje prediva (slika 2.5) rahlja večje kosmiče v manjše. Ta rahljalnik ima vertikalni dovod prediva, pri čemer se kosmiči premikajo po zračnih jaških s pomočjo zračnega toka. Intenzivno rahljanje se prične, ko rahljalne igle pulijo vlakna iz obloge valjev. Dovajalni valji se gibljejo počasneje, v primerjavi z rahljalnim valjem z iglasto oblogo (slika 2.5), ki ima večjo hitrost. Hitrost rahljalnega valja je odvisna od surovinske sestave, finosti in dolžine vlaken. Standardna delovna širina vertikalnega rahljalnika je od 1000–2000 mm. Rahljalnik lahko proizvede od 1000 do 2500 kg/h [4].



Slika 2.3: Vertikalni rahljalnik Temafa in rahljalni valj z iglasto oblogo za intenzivno rahljanje kosmičev [4]

2.4 TRANSPORTIRANJE IN MAŠČENJE KOSMIČEV

Ker predivo med procesom predelave izgubi elastičnost, pri stiku s kovinskimi deli strojev pa se elektrostatično nabije, ga mastimo. Mastilo oz. mastilna emulzija (silikonsko olje, antistatična sredstva) daje predivu mehko, gibkost ter elastičnost in ga nanašamo na predivo v obliki fino razpršenih kapljic v različnih delovnih fazah s pomočjo mastilnih naprav, kot so: mastilna tračnica, zbiralni mastilni jašek, rotirajoči mastilnik za nanos večjih količin mastilne emulzije (do 360 l/h) ter cevovod z razpršilnimi šobami (slika 2.6) za nanos manjše količine mastilne emulzije (do 70 l/h) [3].

Cevovod s pnevmatskim transportom prediva z razpršilnimi šobami omogoča maščenje fino zrahljanih kosmičev. Različno razporejene razpršilne šobe v cevi za pnevmatski transport prediva ustvarjajo razpršitev mastilne emulzije, ki poškropi kosmiče med gibanjem le-teh v zračnem toku [3].



Slika 2.4: Cevovod Temafa z razpršilnimi šobami za pnevmatski transport in maščenje prediva [3]

Mastilna emulzija se pripravi tako, da se zmeša 5 do 10 kg silikonskega olja s 100 kg vode ob dodatku 1 do 2% emulgatorja in antistatičnega sredstva. Različne komponente za pripravo emulzije nato skupaj zmešamo s pomočjo hitro rotirajočega mešalnika. Delci emulzije so po izvedenem mešanju veliki od 1 do 4 μm . Zmogljivost cevovoda z razpršilnimi šobami je do 70 l/h mastilne emulzije [2].

Transportiranje prediva oz. kosmičev se izvaja z ventilatorjem na pnevmatski način (slika 2.7). Pri pnevmatskem transportu potiskamo ali sesamo zrahljano predivo oz. kosmiče po ceveh med stroji s pomočjo ventilatorjev različne konstrukcijske izvedbe. V pripravljalnici prediva za izdelavo netkane tekstilije so najpogosteje v rabi ventilatorji z aksialnim dovodom in radialnim odvodom prediva. Za pnevmatski transport prediva se najpogosteje uporabljajo kovinske cevi okroglega prereza s premerom od 100 do 400 mm. Hitrost zračnega toka v ceveh pa je od 10 do 40 m/s. Glede na geometrijo transportnih cevi ločimo: cevi s konstantnim prerezom po dolžini, difuzorske in konfuzorske cevi. Difuzorske cevi uporabljamo za upočasnitev hitrosti kosmičev, medtem ko uporabljamo konfuzorske cevi za pospešitev hitrosti kosmičev po dolžini transportne cevi. Poleg ventilatorja in cevi se za pnevmatski transport prediva uporabljajo še dodatne naprave, kondenzorji (zgoščevala prediva), mešalni cikloni, preusmerjevala toka prediva, izločevala kovinski delcev in filtrske naprave [3].

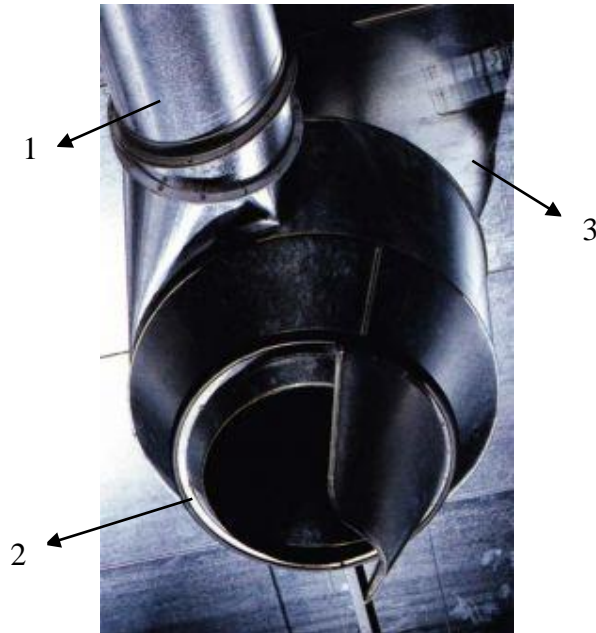
Kondenzor omogoča ločitev prediva od zraka, zgostitev in obzirno odlaganje prediva v zbiralnik naslednjega stroja. Glede na konstrukcijo kondenzorjev pa ločimo, kolutaste in bobnaste kondenzorje [1].



Slika 2.5: Ventilator Temafa za pnevmatski transport prediva [3]

Mešalni cikloni (slika 2.8) so naprave, s pomočjo katerih iz transportnih cevi odlagamo predivo v mešalno komoro. Pri potujočem mešalnem ciklonu se ta translatorno premika tja in

nazaj prek teleskopske cevi po celotni dolžini mešalne komore, kar omogoča enakomerno polaganje kosmičev po dolžini in širini mešalne komore [3].



Slika 2.6: Mešalni ciklon [3]

1 – cev za tangencialni dovod prediva, 2 – ogrodje ciklona, 3 – odvod prediva

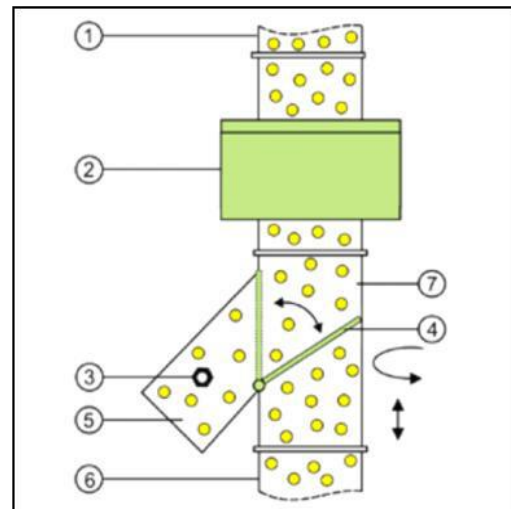
V ciklon doteka predivo tangencialno na steno mešalnega ciklona in izvaja vijačno gibanje zaradi osne in radialne komponente hitrosti zraka. Vijačno gibanje kosmičev po površini omogoča enakomerno razpršitev kosmičev[3].

Preusmerjevala prediva pa prek preusmerjevalne lopute preusmerijo predivo v različne cevi [3].



Slika 2.7: Preusmerjevalo Temafa [3]

Naprave za izločanje kovinskih delcev vsebujejo detektor, ki zazna prisotnost kovinskih delcev v predivu. Ko v transportni cevi detektor zazna prisotnost kovinskega delca v predivu, se prek elektronske naprave aktivira preusmerjevalna loputa (slika 2.9), ki spremeni tok prediva iz primarne v sekundarno transportno cev, ki odlaga predivo s kovinskimi delci v posebno zbiralno skrinjo (slika 2.10) [3].



Slika 2.8: Izločevalo kovinskih delcev [3]

1 – dovod prediva, 2 – detektor kovinskih delcev, 3 – kovinski delec, 4 – preusmerjevalna loputa, 5 – odvod prediva s kovinskim delcem, 6 – ločitvena enota z možnostjo odstranitve in vrtenja

Selektivno in pravočasno izločanje kovinskih delcev ščiti rahljalne in mikalne obloge pred poškodbami in preprečuje iskrenje in požar med nadaljnjo predelavo prediva [2].

Naprava za fino in grobo tehnološko čiščenje zraka je sestavljena iz kombinacije vreč in bobnastih filtrov. Zmogljivost filtrske naprave je od $8000 \text{ m}^3/\text{h}$ prečiščenega zraka. Koncentracija prašnih delcev v tehnološko prečiščenem zraku je od $0,2$ do $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ zraka, kar je v mejah dovoljene onesnaženosti tehnološkega zraka [2].

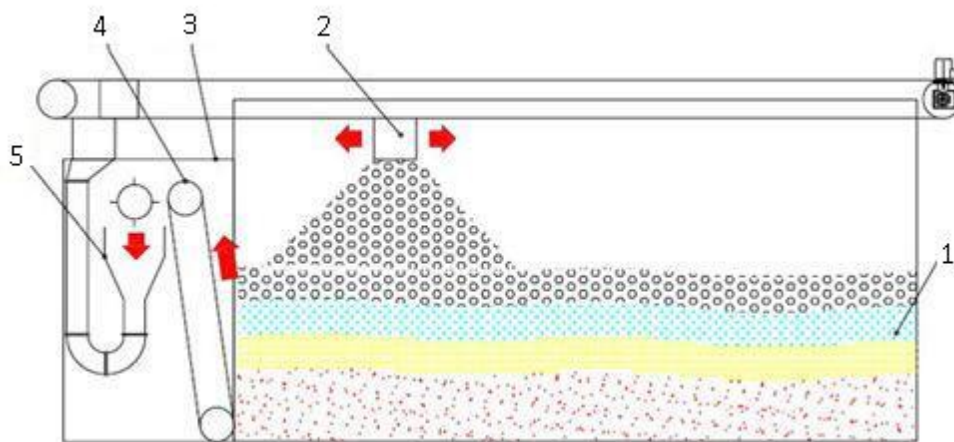
2.5 MEŠANJE PREDIVA

Namen mešanja prediva je doseči enakomerno razporeditev enega tipa vlaken ali mešanice vlaken v temeljnem sloju, pri čemer dobi koprena enakomerno kakovost. Homogenizacija ene vrste prediva ali mešanice različnih prediv pri izdelavi netkanih tekstilij se izvaja s pomočjo mešalnih komor [3].

Glede na princip polaganja vodoravnih plasti kosmičev v mešalni komori ločimo [3]:

- mešalno komoro z mirujočo posteljo,
- mešalno komoro s potujočo posteljo.

Mešalna komora z mirujočo posteljo (slika 2.11) je sestavljena iz množice vodoravnih položenih tankih plasti kosmičev, ki jih polaga potujoči ciklon. Ciklon se s pomočjo transporterja premika sem in tja po celotni dolžini mešalne komore ter odlaga vodoravne plasti zrahljanih kosmičev v mešalni komori. Čim tanjše so plasti in čim več jih je v postelji, tem bolj kakovostno je mešanje [3].



Slika 2.9: Mešalna komora z mirujočo posteljo [3]

1 – postelja, 2 – potujoči ciklon s teleskopsko cevjo, 3 – potujoči rezkalnik, 4 – poševni iglasti trak, 5 – pnevmatski odvod prediva

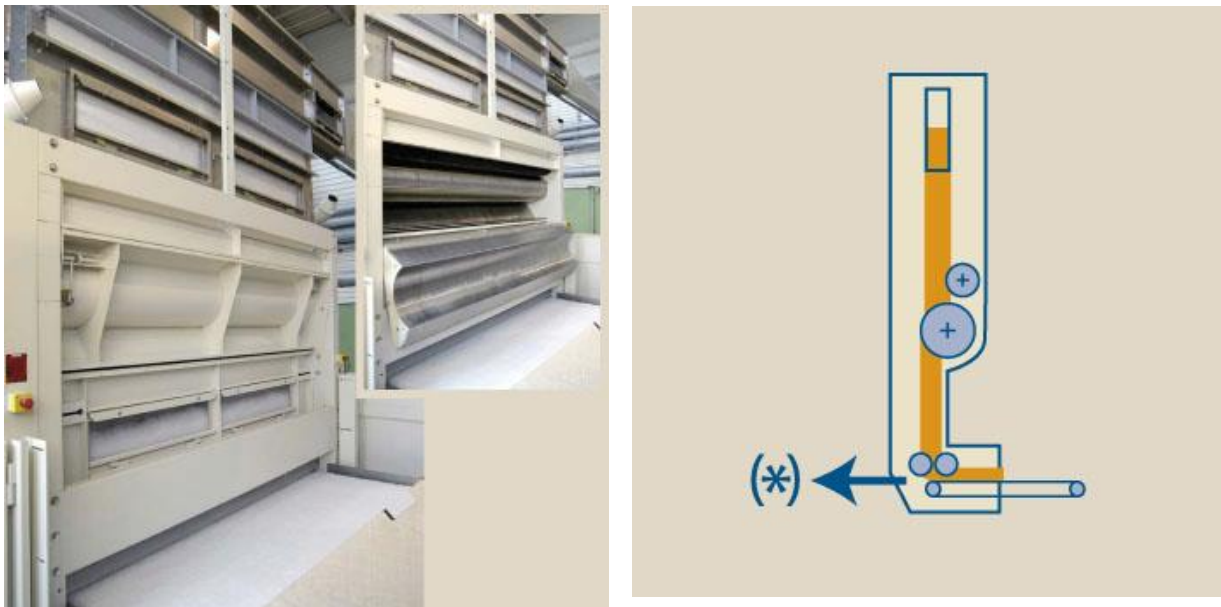
Pri mirujoči postelji potujoč rezkalnik potuje po tračnicah postopoma po celotni dolžini mešalne komore. Ko sprazni eno mešalno komoro, se prek prečnih tračnic premakne v delovni položaj za rezanje postelje v sosednji mešalni komori [2].

Zaradi premočrtnega premikanja potujočega rezkalnik je transportni cevovod rezkalnika teleskopsko izveden. Potujoč rezkalnik z navpičnim odvzemom kosmov iz vodoravno položenih plasti postelje s pomočjo poševnega iglastega traku od spodaj navzgor izvaja intenzivno mešanje in obzirno rahljanje prediva iz postelje. Odvečno količino prediva z iglastega traku rezkalnik vrača vračalni valj v delovno komoro. Zrahljane in premešane kosmiče z iglastega traku snemalni valj sname in jih odlaga na pnevmatsko transportno napravo [2].

Mešalne komore so dolge od 3 do 30 m, široke od 2 do 4,5 m in visoke od 2,5 do 5,0 m. Njihova zmogljivost je od 20 do 350 m^3 zrahljanjih kosmičev oz. prediva [2].

2.6 DOZIRANJE MIKALNIKA

Po končanem mešanju prediva kosmiče pnevmatsko transportiramo do zalogovnika kosmičev, ki odmerja določeno količino kosmičev, in nato do dozirnika kosmičev (drugega vertikalnega rahljalnika) (slika 2.12), kjer ponovno poteka intenzivno rahljanje in mešanje kosmičev pri konstantni hitrosti dovajanja kosmičev. Dozirniki kosmičev iz množice kosmičev oblikuje runo, tj. plast očiščenih in zrahljanih kosmičev, ki je vhodni material za proces mikanja.



Slika 2.10: Dozirniki kosmičev Tibeau NSC [5]

Dozirniki kosmičev dozira runo mikalniki in se uporablja za vlakna z dolžino do 90 mm. Prednost dozirnika kosmičev pa je tudi enostavno vzdrževanje [5].

3 OBREMENITEV VLAKEN V PROCESU PRIPRAVE PREDIVA

V procesni liniji za pripravo prediva za suhe postopke izdelave temeljnega sloja (mikalniški postopek) lahko pride do poškodb vlaken zaradi drgnjenja vlaken ob strojne elemente posameznih delovnih naprav v procesni liniji pri grobem in intenzivnem rahljanju, mešanju prediva, doziranju kosmičev ter v transportnih ceveh in napravah za transportiranje kosmičev.

Ustrezne mehanske lastnosti vlaken omogočajo upiranje delovanju obremenitev vlaken v procesu priprave prediva in omogočajo njihovo predelavo. Sposobnost vlaken, da se uprejo mehanskim silam in se ponovno vrnejo v prvotno stanje, je odvisna od surovinske sestave vlaken, natančneje od različne molekulske in nadmolekulske strukture različnih vlaken.

Natezne lastnosti vlaken: pretržna napetost σ , pretržni raztezek ε , predvsem pa krivulja $\sigma(\varepsilon)$ so pri določeni kemični sestavi vlaken odraz nadmolekulske strukture. Mehanske lastnosti podajo deformacije, ki nastanejo zaradi delovanja zunanjih sil na snov. V realnih sistemih se pojavijo elastične lastnosti trdnih snovi in lastnosti viskoznih tekočin istočasno [6].

Najpomembnejši in najlažje izvedljiv pri vlaknih je natezni poizkus, kjer vlakna raztezamo s konstantno hitrostjo do pretrga. Pri avtomatskem beleženju dobimo krivuljo odvisnosti podaljška Δl od naraščajoče sile F . Sila, ki deluje na vlakno, razvije v molekulski strukturi vlakna ravnotežno protisilo oziroma napetost $\sigma = F/A$ [N/m^2] in deformacijo

$$\varepsilon = \Delta l/l_0.$$

Sila, ki deluje na vlakno, ustvarja v njem napetost. Maksimalna sila F_{max} , ki jo vlakno še prenese do pretrga, ustreza njeni napetosti oz. pretržni napetosti σ_{max} , laično imenovani trdnost vlaken [6].

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}}{A_0}$$

kjer je :

A_0 – površina prečnega prereza vlaken [m^2]

F_{max} – maksimalna sila [N]

σ_{max} – mejna napetost [N/m^2]

Zaradi običajno nepravilnih oblik prečnih prerezov vlaken se trdnost vlaken oz. napetost pri maksimalni sili podaja kot kvocient sile in dolžinske mase, kar po Hearlu in Mortonu imenujemo specifična pretržna napetost σ_{sp} :

$$\sigma_{sp} = \frac{F_{max}}{T_t} \quad [\text{cN/tex}]$$

kjer je:

σ_{sp} – specifična pretržna napetost [cN/tex]

F_{max} – maksimalna sila [N]

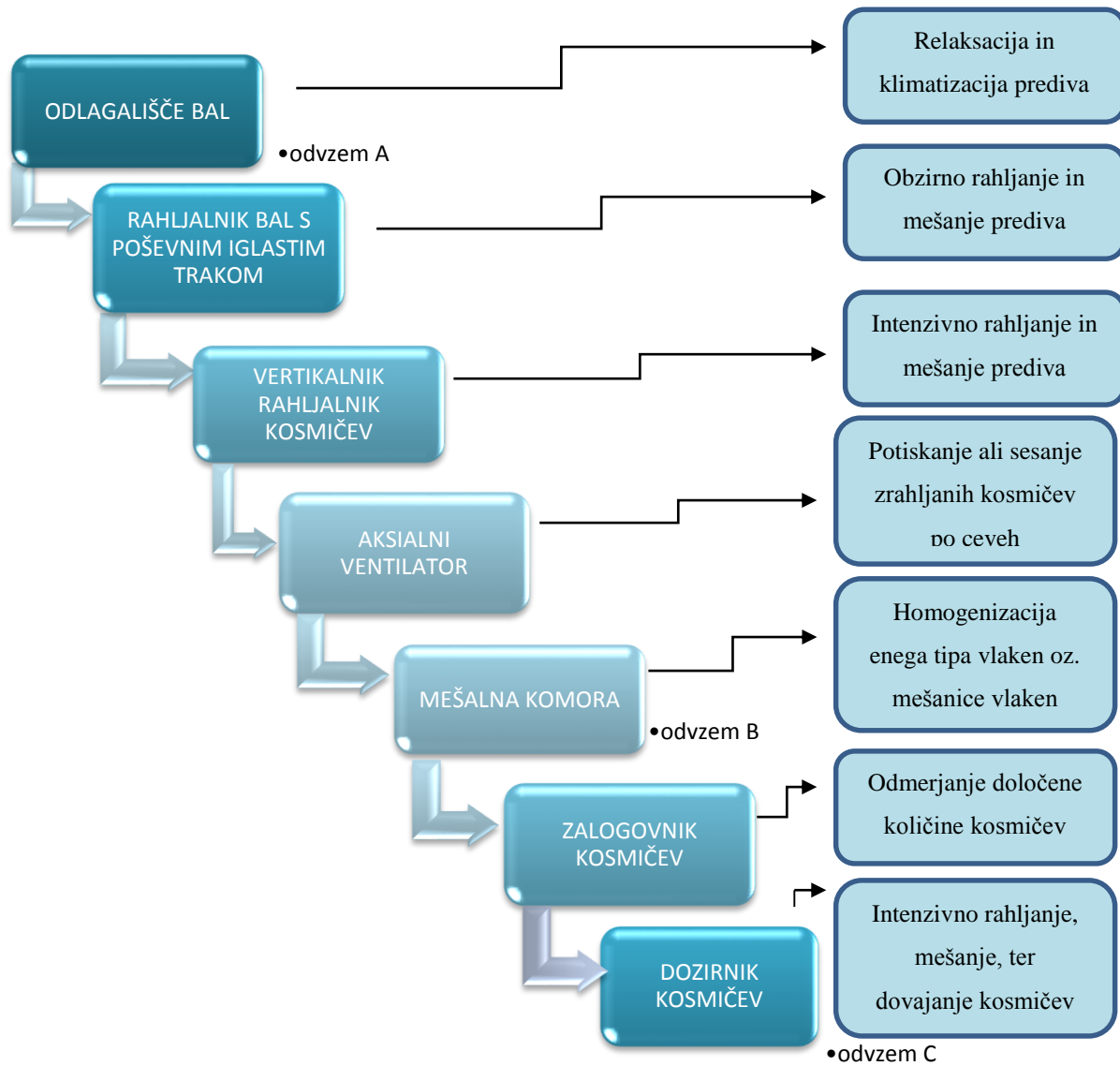
T_t – dolžinska masa vlaken [tex]

Za ugotavljanje nateznih lastnosti vlaken spremljamo obnašanje klimatiziranih vlaken pri raztezanju s konstantno hitrostjo do pretrga na dinamometru [6].

4 EKSPERIMENTALNI DEL

Namen naloge z naslovom "Analiza nateznih lastnosti vlaken v fazi priprave prediva za mikalniški postopek izdelave kopren" je ugotoviti, ali se vlakna v fazi priprave prediva za mikalniški postopek izdelave kopren s tem, ko se drgnejo ob strojne elemente posameznih naprav v procesni liniji, poškodujejo oz. se spreminjajo njihove natezne lastnosti. Slika 4.1 prikazuje postavitev strojev v procesni liniji priprave prediva za mikalniški postopek izdelave koprene ter namen posamezne tehnološke faze.

Označena so tudi mesta odvzema vzorcev prediva za analizo nateznih lastnosti vlaken (odvzem A, B in C). Procesni parametri niso navedeni zaradi poslovne skrivnosti proizvajalca netkanih tekstilij.



Slika 4.1: Postavitev strojev v procesni liniji priprave prediva za mikalniški postopek izdelave koprne

4.1 UPORABLJENI MATERIALI

Za analizo nateznih lastnosti vlaken sem, glede na proizvodni program proizvajalca netkanih tekstilij, odvzela predivo iz procesne linije za izdelavo vlakninskih kopren z naslednjo surovinsko sestavo, finostjo in dolžino vlaken.

Oznaka vzorca	Surovinska sestava	Finost vlaken (dtex)	Dolžina vlaken (mm)	Odvzemno mesto
PES 1,7	poliester	1,7	38	A, B
PES 3,3	poliester	3,3	60	A, B
PP 3,9	polipropilen	3,9	60	B
MA 2,2	meta aramid	2,2	60	A, B
PAN 1,7/2,2	poliakrilonitril	1,7 2,2	38 51	A, B, C

Tabela 1: Opis in oznaka vzorcev preizkušanih vlaken

Vzorci prediva sem odvzela na različnih mestih, in sicer: odvzem A (klimatizirano in relaksirano predivo, odvzeto iz skladišča bal), odvzem B (predivo, odvzeto iz mešalne komore po fazi mešanja) in odvzem C (predivo, odvzeto iz dozirnika kosmičev tik pred mikalnikom).

4.2 UPORABLJENE METODE

Pretržno napetost in pretržni raztezek vlaken sem določala po standardu SIST EN ISO 5079:1999 na dinamometru Vibrodin 400 Lenzing Technik.

Elektronsko krmiljen dinamometer ob pomoči programske opreme avtomatsko beleži posamezne meritve nateznih lastnosti vlaken (pretržno napetost σ [cN/tex], pretržni raztezek ε [%] in modul elastičnosti E) ter izračuna srednje, minimalne in maksimalne vrednosti meritev, standardno odstopanje in variacijski koeficient pretržne napetosti σ [cN/tex], pretržnega razteška ε [%] in modul elastičnosti E [cN/tex]. Za vsako vrsto vlaken sem izvedla petdeset meritev. Pogoji merjenja so bili naslednji [6]:

- standardna atmosfera: temperatura 20°C, relativna vlažnost 65%,
- vpenjalna dolžina: 20 mm,
- predobtežba: 100 mg,
- hitrost merjenja: 10 mm/min.

S pomočjo pincete sem iz prediva odvzela posamezno vlakno, ga na eni strani obtežila (predobtežbo sem določila na finost vlaken) in s pomočjo pincete vstavila v prižemo dinamometra. Vlakno z utežjo sem umirila in vklopila stikalo za izvajanje meritev.

Pri meritvah, ki so bile izvedene na mešanici različnih vlaken (PAN 1,7/2,2 tex), sem uporabila naključni odvzem vlaken na mestih odvzema B in C.

5 REZULTATI

Tabela 1 prikazuje rezultate meritev pretržne napetosti, tabela 2 pa rezultate meritev pretržnega raztezka vlaken. Oznake A, B in C se nanašajo na mesta odvzema vzorcev prediva, in sicer:

- A klimatizirana in relaksirana vlakna,
- B vlakna po fazi mešanja prediva in
- C vlakna iz dozirnika kosmičev; to mesto odvzema se nanaša samo na mešanico prediva iz PAN vlaken / 1,7 dtex / 38 mm in PAN vlaken / 2,2 dtex / 51 mm.

Vzorec	PRETRŽNA NAPETOST					
	Odvzem A		Odvzem B		Odvzem C	
	σ [cN/tex]	CV [%]	σ [cN/tex]	CV [%]	σ [cN/tex]	CV [%]
PES 1,7	51,1	6,1	52,9	4,1	-	-
PES 3,3	38,6	17,2	41,2	14,0	-	-
PP 3,9	-	-	53,4	7,7	-	-
MA 2,2	35,9	6,5	35,7	6,1	-	-
PAN 1,7	54,3	8,2	53,5	7,6	54,0	8,3
PAN 2,2	52,5	8,2	53,5	7,6	54,0	8,3

Tabela 2: Pretržna napetost vlaken

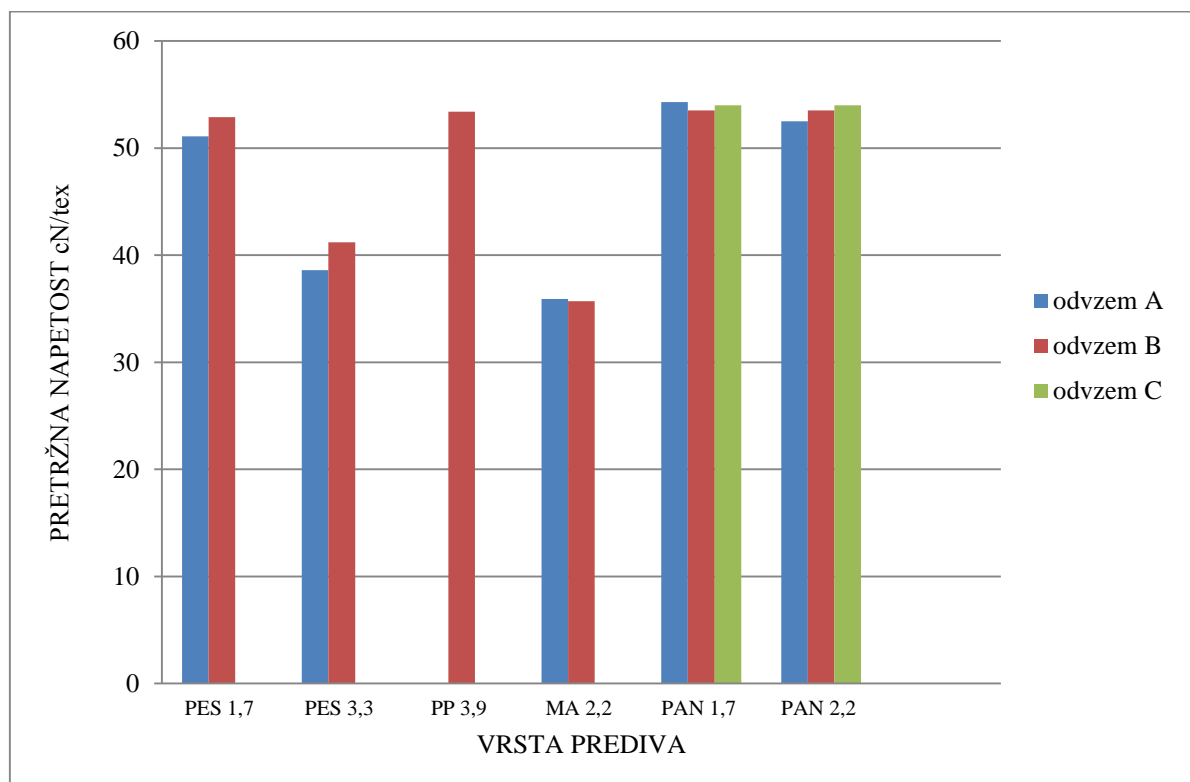
Vzorec	PRETRŽNI RAZTEZEK					
	Odvzem A		Odvzem B		Odvzem C	
	ε [%]	CV [%]	ε [%]	CV [%]	ε [%]	CV [%]
PES 1,7	27,7	15,2	25,9	13,4	-	-
PES 3,3	20,1	20,4	20,3	17,9	-	-
PP 3,9	-	-	28,2	7,0	-	-
MA 2,2	24,4	12,8	28,5	14,8	-	-
PAN 1,7	15,7	6,0	15,5	5,8	15,3	5,6
PAN 2,2	16,3	6,2	15,3	5,8	15,3	5,6

Tabela 3: Pretržni raztezek vlaken

Posamezne meritve pretržne napetosti in raztezka testiranih vlaken so podane v prilogi 1.

6 DISKUSIJA

Diagrama 6.1 in 6.2 prikazujeta pretržno napetost in raztezek vlaken za različne vrste uporabljenega prediva za izdelavo koprene pri različnih odvzemih prediva iz linije za pripravo prediva, tj. odvzemom A (klimatizirana in relaksirana vlakna), odvzemom B (vlakna, odvzeta po fazi mešanja prediva) in odvzemom C (vlakna, odvzeta iz dozirnika kosmičev), ki pa se nanaša samo na mešanico prediva iz PAN vlaken / 1,7 dtex / 38 mm in PAN vlaken / 2,2 dtex / 51 mm. V diagramu so za mešanico tega prediva ločeno prikazane vrednosti pretržne napetosti za PAN 1,7 dtex / 38 mm (odvzem A, B in C) ter za PAN 2,2 dtex / 51 mm (odvzem A, B in C), čeprav se vrednosti pretržne napetosti in raztezka na mestih B in C zaradi naključnega jemanja vlaken iz prediva enake.



Graf 1: Primerjava pretržne napetosti vlaken glede na mesto odvzema prediva iz linije priprave prediva

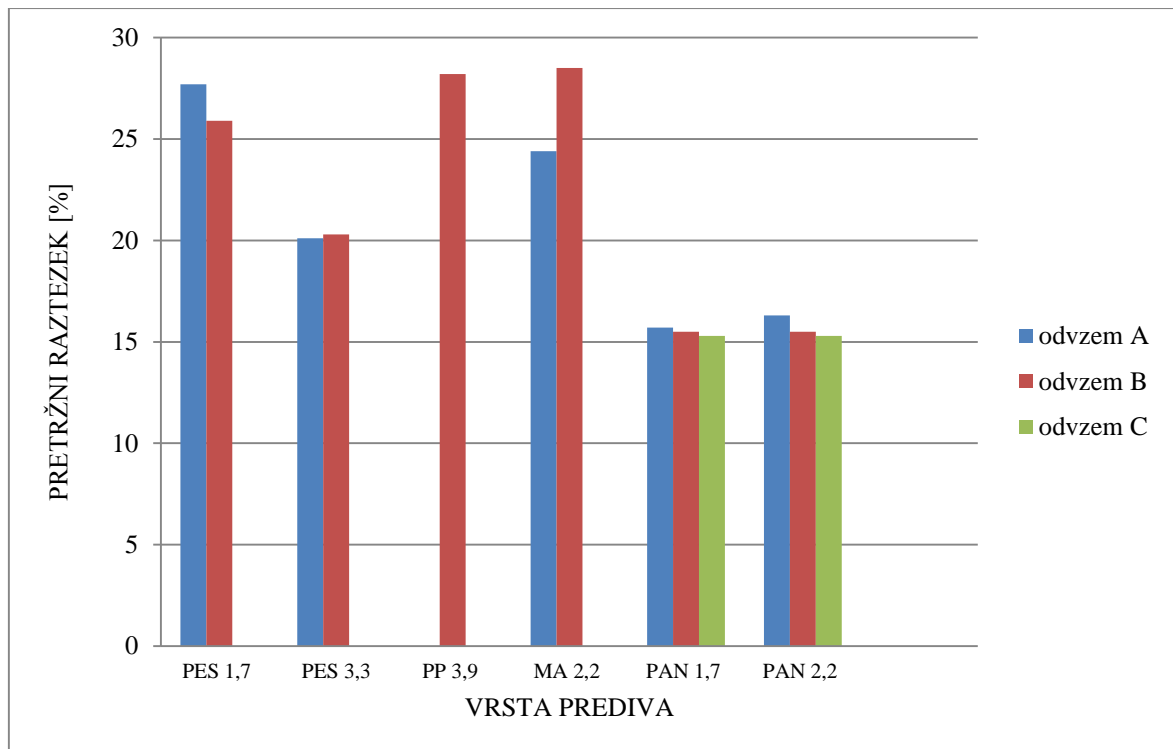
Kot lahko vidimo iz diagrama 6.1, sprememba pretržne napetosti vlaken na mestih odvzema B (vlakno, odvzeto po mešanju prediva v mešalni komori) oz. C (vlakna, odvzeta iz dozirnika kosmičev) glede na začetno stanje pretržne napetosti (mesto odvzema A – klimatizirana in relaksirana vlakna oz. vlakna pred predelavo) ni bistvena, saj so razlike minimalne in sovpadajo znotraj raztrosa meritev začetnega stanja (tabela 4).

Oznaka vzorca	σ_{\min} [cN/tex] odvzemno mesto A	σ_{\max} [cN/tex] odvzemno mesto A	$\bar{\sigma}$ [cN/tex]	Odvzemno mesto
PES 1,7	45,9	57,4	52,9	B
PES 3,3	24,2	49,7	41,2	B
MA 2,2	30,7	40,6	35,7	B
PAN 1,7	45,8	63,0	53,5 54,0	B C
PAN 2,2	43,1	60,7	53,5 54,0	B C

Tabela 4: Mejne vrednosti pretržne napetosti vlaken pred obdelavo in pretržna napetost vlaken na odvzemnem mestu B oz. C

Glede na navedeno ne moremo govoriti o poslabšanju pretržne napetosti vlaken tekom njihove predelave v fazi priprave prediva pri danih nastavitvah linije za pripravo prediva za mikalniški postopek izdelave koprene.

Sklepamo, da se vlakna v konkretni liniji priprave prediva ne poškodujejo oz. nimajo tako močnih poškodb, da bi lahko te poškodbe vplivale na kakovost končnega izdelka.



Graf 2: Primerjava pretržnega raztezka vlaken glede na mesto odvzema prediva iz linije priprave prediva

Kot lahko vidimo iz diagrama 6.2, sprememba pretržnega raztezka vlaken na mestih odvzema B (vlakna, odvzeta po mešanju prediva v mešalni komori) oz. C (vlakna, odvzeta iz dozirnika kosmičev) glede na začetno stanje pretržne napetosti vlaken (mesto odvzema A – klimatizirana in relaksirana vlakna oz. vlakna pred predelavo) ni pomembna, saj so razlike minimalne in sovpadajo znotraj raztrosa meritev začetnega stanja (tabela 5).

Oznaka vzorca	ε_{\min} [%] odvzemno mesto A	ε_{\max} [%] odvzemno mesto A	$\bar{\varepsilon}$ [%]	Odvzemno mesto
PES 1,7	17,2	35,3	25,9	B
PES 3,3	12,5	27,6	20,3	B
MA 2,2	16,8	29,0	28,5	B
PAN 1,7	13,3	17,8	15,5 15,3	B C
PAN 2,2	13,8	18,5	15,5 15,3	B C

Tabela 5: Mejne vrednosti pretržnega raztezka vlaken pred obdelavo in pretržen raztezek vlaken na odvzemnem mestu B oz. C

Glede na navedeno ne moremo govoriti o poslabšanju pretržnega raztezka vlaken tekom njihove predelave v fazi priprave prediva pri danih nastavitvah linije za pripravo prediva za mikalniški postopek izdelave kopren.

Sklepamo, da se vlakna v konkretni liniji priprave prediva ne poškodujejo oz. nimajo tako močnih poškodb, da bi lahko te poškodbe vplivale na kakovost končnega izdelka.

7 ZAKLJUČEK

V liniji priprave prediva za mikalniški postopek izdelave netkanih tekstilij lahko pride do poškodbe vlaken. Predivo oz. kosmiči so vodeni skozi posamezne naprave in se drgnejo ob strojne elemente.

Z analizo pretržne napetosti in raztezka vlaken sem ugotavljala, ali pri danih procesnih parametrih oz. nastavitvah posameznih strojev pride do poškodbe vlaken v tolikšni meri, da se zmanjšajo njihove natezne lastnosti.

Analizo nateznih lastnosti vlaken sem izvedla na konkretni procesni liniji za pripravo prediva za mikalniški postopek izdelave kopren, ki vključuje naslednje stroje: rahljalnik bal s poševnim iglastim trakom (kjer se izvaja obzirno rahljanje in mešanje prediva), rahljalnik kosmičev (kjer se vrši intenzivno rahljanje in mešanje prediva), pnevmatske cevi z razpršilnimi šobami (kjer poteka maščenje prediva), aksialni ventilator (ki transportira kosmiče do naslednje naprave), mešalna komora (kjer poteka homogenizacija enega tipa vlaken oz. mešanice vlaken v temeljnem sloju), pnevmatske cevi, zalogovnik kosmičev (ki odmerja določeno količino kosmičev dozirniku kosmičev), dozirnik kosmičev (kjer ponovno poteka intenzivno rahljanje in mešanje kosmičev pri konstantni hitrosti dovajanja kosmičev).

Za analizo nateznih lastnosti vlaken sem uporabila predivo iz proizvodnega programa konkretnega proizvajalca netkanih tekstilij, ki izdeluje koprene z naslednjo surovinsko sestavo:

- PES vlakna / 1,7 dtex / 38 mm (odvzem A, B),
- PES vlakna / 3,3 dtex / 60 mm (odvzem A, B),
- PP vlakna / 3,9 dtex / 60 mm (odvzem B),
- meta aramidna vlakna / 2,2 dtex / 60 mm (odvzem A, B) ter
- mešanica PAN vlaken / 1,7 dtex / 38 mm in PAN vlaken / 2,2 dtex / 51 mm (odvzem A, B, C).

V oklepaju so navedena mesta odvzema prediva iz procesne linije, pri čemer se mesto odvzema prediva A nanaša na odlagališče bal oz. klimatizirano in relaksirano predivo, mesto odvzema B na predivo, odvzeto po mešanju prediva v mešalni komori, in mesto odvzema C na predivo, odvzeto iz dozirnika kosmičev, postavljenega tik pred mikalnikom.

Natezne lastnosti vlaken, tj. pretržno napetost in pretržni raztezek, sem izmerila na podlagi standardne metode SIS EN 5079:1999 s pomočjo elektronsko krmiljenega dinamometra, ki avtomatsko beleži in izračuna posamezne natezne lastnosti ter statistične parametre, kot so srednje, minimalne in maksimalne vrednosti, standardno odstopanje ter variacijski koeficient.

Na podlagi rezultatov analize nateznih lastnosti vlaken lahko zaključimo, da je sprememba pretržne napetosti in pretržnega raztezka vlaken pri danih nastavitvah strojev (hitrosti dovajanja prediva, hitrosti odvajanja prediva, vrtilne hitrosti rahljalnih valjev, vrtilne hitrosti vračalnih valjev, vrtilne hitrosti snemalnih valjev, vrste oblog rahljalnika, geometrije oblog rahljalnika, volumnskega pretoka kosmičev, vrtilne hitrosti rotorja, ventilatorja, itn.), vključenih v linijo za pripravo prediva za mikalniški postopek izdelave netkanih tekstilij zanemarljiva oz. da ne prihaja do poškodb vlaken.

8 SEZNAM UPORABLJENIH VIROV

- [1] Momir Nikolić, Zlatko Nikolić; Netkane tekstilije, Ljubljana: Naravoslovno tehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2004.
- [2] Momir Nikolić, Petar Perič; Teorija in tehnologija predenja 1. del, Ljubljana: Univerza Edvarda Kardelja, Tekstilna tehnologija, 1990.
- [3] Dobnik Dobrovski Polona, Gotlih, Karl; Tehnologija tkanja in tehnologija izdelave netkanih tekstilij, Maribor: Fakulteta za strojništvo, Oddelek za tekstilne materiale in oblikovanje, 2011.
- [4] <http://www.nonwoventools.com/pdf/DefVol2No31FineOpener.pdf>
- [5] <http://www.nsc-nonwoven.com>
- [6] Tatjana Kreže; Sorpcijske karakteristike klasičnih in novih, okolju prijaznih regeneriranih celuloznih vlaken, Maribor, disertacija, 1999.