

Svjetlana Janjić¹, Ivana Milošević, Tamara Bartol² in Tatjana Rijavec²

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Vojvode Stepe Stepanovića 73, 78000 Banja Luka

²Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Snežniška 5, 1000 Ljubljana

Plastene vlaknovine iz grobe domače volne in termoplastičnih vezivnih vlaken

Layered Nonwovens from Coarse Domestic Wool and Thermoplastic Binding Fibres

Izvirni znanstveni članek/*Original Scientific Paper*

Prispelo/Received 03-2013 • Sprejeto/Accepted 04-2013

Izvleček

Grobo volno največkrat uporabljajo kot polnilo za blazine in prešite odeje ali kot toplotno izolacijo v gradbeništvu. Naša raziskava je bila osredinjena na uporabo domače volne za tehnične namene, kjer bi npr. lahko nadomestila poliuretanska polnila. V članku so predstavljeni izsledki raziskave lastnosti plastenih volnenih vlaknovin primerljive ploščinske mase, ki so bile utrjene z dvokomponentnimi poliestrskimi (BiCoPES) in enokomponentnimi polipropilenskimi (PP) vezivnimi vlakni. Kot temeljno vlakno je bila uporabljena groba domača volna. Vsebnost oprane volne v vlaknovinah je bila nad 85 odstotki. Vlakovina, utrjena s PP-vlakni, je bila kompaktnjša, tanjša in nižje trdnosti od vlaknovine, utrjene s poliestrskimi vlakni. Morfologija kohezivnih povezav (med sintetičnimi vlakni) in adhezivnih povezav (med sintetičnimi vlakni in volno) se je za PP vlakna razlikovala od BiCoPES vlaken. PP vlakna so se s segrevanjem mestoma popolnoma stalila, medtem ko se je BiCoPES-vlaknom stalil le plašč in so ohranila obliko vlaken ter zato prispevala k trdnosti vlaknovine. Adhezija med sintetičnimi vlakni in volno je bila slaba. Izmerjena toplotna prevodnost vlaknovin z vlakni PP in BiCoPES je bila primerljiva, prav tako je bila primerljiva maksimalna tlačna napetost pri maksimalni tlačni sili.

Ključne besede: groba domača volna, plastene vlaknovine, vezivna vlakna, adhezija

Abstract

Coarse wool is above all used as a web filling material for pillows and quilted textiles, and as thermal isolation in civil engineering. The focus of our research was on the usage of coarse domestic wool for technical purposes, e.g. to replace polyurethane fillings. The results of the research on layered wool nonwovens of comparable mass per unit area bonded with bicomponent polyester fibres (BiCoPES) and single component polypropylene fibres (PP) are presented in the paper. Coarse home wool was used as basic fibres. The content of washed wool in nonwovens exceeded 85%. The nonwoven which was thermobonded with PP fibres was more compact, thinner and had lower tensile strength as the nonwoven thermobonded with BiCoPES fibres. The morphology of cohesive bonds (between synthetic fibres) and of adhesive bonds (between synthetic fibres and wool) was for the PP fibres different than for the BiCoPES fibres. Due to heating, in some places, the PP fibres melted completely, while at the BiCoPES fibres, only their sheath melted and the fibres retained their shape, being able to contribute to the mechanical strength of the nonwoven. The adhesion between synthetic fibres and wool, which is demonstrated by the electron microscope figures, was poor. The thermal insulation of nonwovens with PP and BiCoPES fibres was comparable, as was the maximal compression force of the nonwovens.

Keywords: coarse domestic wool, composite nonwovens, binding fibres, adhesion

Vodilna avtorica/Corresponding author:

izr. prof. dr. Tatjana Rijavec

Telefon: +386 1 200 32 24

E-pošta: tatjana.rijavec@ntf.uni-lj.si

Tekstilec, 2013, letn. 56, št. 2, str. 129–136

1 Uvod

Volna je najstarejše naravno vlakno, katerega uporabo poleg rastlinskih vlaken v zadnjih desetletjih močno spodbujata svetovni organizaciji FAO in IWTO [1]. Narašča tudi zanimanje za uporabo grobe, medulirane volne za tehnične namene zaradi naravno danih lastnosti, kot so odlična toplotna in zvočna izolativnost in ognjevarnost, ker zmanjšuje statični naboj, varuje pred UV-žarki, absorbira toksične snovi in je biorazgradljiva z nizkim ogljikovim odtisom.

V Sloveniji na leto proizvedemo okrog 100 ton grobe surove volne, v Bosni in Hercegovini (BiH) pa je letna proizvodnja domače volne pramenke ocenjena na okrog 1088 ton [2]. Domačo volno tako v Sloveniji kot v BiH le delno predelamo, največ za oblačila, notranjo opremo, ležišča in za toplotno izolacijo hiš [3, 4]. Tradicionalni polizdelki iz volne za tehnične namene so polsti različnih debelin in velike kompaktnosti. Groba volna se zaradi finoče in nizke kodravosti v primerjavi s fino volno (npr. volno merino) slabo polsti [5]. Široke možnosti predelave volne omogočajo sodobne tehnologije, ki uporabljajo volnene koprene kot predložek za kompozite ali za vlaknovine, utrjene z različnimi postopki.

Volnene koprene uporabljajo za ojačitev volnenih kompozitov iz polimernih termoplastičnih ali termoplastičnih matric. *Blicblau, Coutts in Sims* [6], ki so proučevali uporabo volne v kombinaciji s poliestrsko epoksi smolo, so ugotovili, da dodatek nad 50 ut. % volne omogoča za več kot 6-kratno povečanje udarne trdnosti kompozita v primerjavi s čisto poliestrsko matrico. Na izboljšanje mehanskih lastnosti kompozita vplivata tako delež vlaken kot njihova orientacija v kompozitu. Z uporabo termoplastičnih vlaken v dovolj velikem deležu so izdelali volnene kompozite s termično obdelavo, kjer so s segrevanjem stalili termoplastična vlakna v kontinuirno fazo (matrico) [7]. Nassar [8] je raziskoval pogoje izdelave trirazsežnostnih (3D) (an. *shell structures*) volnenih kompozitov, izdelanih v kontinuirnem postopku. Uporabil je volnene koprene iz avstralske volne merino finoče 20,5 μm . V koprene je dodal enokomponentna poliamidna 6 vlakna ali dvokomponentna poliamidna vlakna, tipa plašč/jedro, finoče 3,3 dtex. Zaradi delno podobne kemične sestave z volno (karboamidnih skupin v poliamidu in peptidnih vezi v volnenem keratinu) imajo poliamidna

vlakna boljšo adhezijo z volno kot poliestrska ali poliolefinska vlakna [8]. Delež volnenih vlaken v koprenah je bil 30-, 50 in 70-odstoten. Za dodatno povečanje površinske adhezije s sintetičnimi vlakni (povečanja površinske energije) so bile uporabljene površinske predobdelave volne s kloriranjem po postopku Hercosett ali s plazmo.

Za toplotno izolacijo bivališč (streh, sten in tal) uporabljajo volnene vlaknovine, ki jih izdelajo s kemičnim utrjevanjem volnenih kopren s termostabilnimi smolami. Takšne vlaknovine so konkurenčne paroprepustnim vlaknovinam iz steklenih in kamenih vlaken, saj imajo primerljiv toplotni upor, poleg tega pa v nasprotju s kameno in stekleno volno tudi navzemajo vlago, pri čemer se sprošča dodatna toplota. Vlaknovine izdelujejo iz npr. okrog 85 % volne in do 15 % dvokomponentnega termostabilnega poliestrskega veziva ali iz volne in drugih (tudi recikliranih) vlaken in 10 % poliestrskega termostabilnega veziva [9].

V okoljih omejene konvekcije zraka, kot so npr. polnila v oblazinjenem pohištvu, uporabljajo za povečanje toplotne in zvočne izolacije visoko voluminozne vlaknovine iz naravnih materialov (puh, kapok, volna) ali sintetičnih vlaken (poliestrska in polipropilenska vlakna), ki zadržujejo velike količine mirujočega zraka. Mehansko utrjene vlaknate koprene imajo primerne mehanske lastnosti (predvsem trdnost), ki omogočajo ohranitev lastnosti (debeline, trdnosti) vlaknovin pri uporabi. Mehanski postopki utrjevanja (iglanje) so manj primerni za izdelavo visoko voluminoznih vlaknovin kot kemični ali termični postopki utrjevanja. Kemično utrjevanje s termostabilnimi smolami je zaradi nastajanja prostega formaldehida pri zamreževanju poliestrskih smol in nezmožnosti recikliranja izdelanih vlaknovin neekološko in spada med danes zastarele tehnologije. Energijsko ugodnejše od kemičnega utrjevanja je utrjevanje s termoplastičnimi polimeri, ki se jih da tudi reciklirati [10]. Termoplastični polimeri v obliki prahu ali vlaken omogočajo termično utrjevanje volnenih kopren. Pri tem dobimo vlaknovine [11], ki vsebujejo še najmanj eno vrsto drugih vlaken, kar pripomore tudi k izboljšanju lastnosti končne vlaknovine.

V okviru bilateralnega projekta med Slovenijo in Bosno in Hercegovino o možnostih uporabe volne domačih ovac pramenk v BiH za tehnične namene [12] smo se osredinili na pripravo plastenih vlaknovin iz domače volne s termoplastičnimi vezivnimi vlakni,

ki bi bile primerne za zamenjavo poliuretanske pene v oblažjenem pohištvu, ali kot toplotni in zvočni izolator za bivališča, čolne in druge vrste transportnih sredstev. Različne laboratorijske vzorce vlaknovin iz utrjenih plastenih kopren iz volne in termoplastičnih vlaken smo pripravili za proučevanje njihovih tekstilno tehnoloških in izolacijskih lastnosti [13]. V članku so predstavljeni rezultati proučevanja vpliva vrste sintetičnih vlaken (eno- in dvo-komponentnih) na utrjevanje volnenih kopren iz domače volne.

2 Eksperimentalni del

2.1 Materiali

V raziskavi je bila uporabljena groba volna ovac pramenk iz BiH (WO), ki je bila oprana pri temperaturi 50–55 °C, z neionogenim, površinsko aktivnim sredstvom Meriten (Merima, Kruševac) [14]. Oprana volna je vsebovala še okrog 2 % maščob, kar smo ugotovili z ekstrakcijo vlaken v diklormetanu. Volnena koprena je bila izdelana z dodatkom 5 oziroma 20 % sintetičnih vlaken za termično utrjevanje. Uporabljena so bila sintetična polipropilenska vlakna (PP) (Dunav, Grocka) in dvokomponentna

poliestrska vlakna tipa plašč-jedro (BiCoPES) (Far East Textile, Ltd., Tajvan). V preglednicah 1 in 2 so podane lastnosti uporabljenih vlaken.

Uporabljena vlakna PP in BiCoPES so bila okroglega prečnega prereza, brez morfoloških posebnosti. Vlakna pred uporabo niso bila oprana, zato so na površju ohranjeni ostanki preparacijskih olj, ki so pozneje negativno vplivali na adhezijo z volno. V primerjavi s temeljnimi volnenimi vlakni so bila sintetična vlakna veliko bolj fina in kratka, pri čemer pa sta trdnost in pretržni raztezek znatno presegala lastnosti volne (preglednica 1).

Glede na tališče vlaken PP so bili pogoji utrjevanja vlaknovin WO/PP (160 °C) izbrani bližje začetku taljenja vlaken PP, za vlaknovine WO/BiCoPES (190 °C) pa bližje koncu taljenja plašča vlaken BiCoPES. Za optimiziranje pogojev utrjevanja vlaknovin je bil poleg temperature utrjevanja pomemben tudi čas utrjevanja, ki je bil pri naših vzorcih prilagojen debelini vlaknovin, ne pa termičnim lastnostim vlaken (preglednica 2).

Vzorci plastenih vlaknovin so bili izdelani z ročnim polaganjem mikalniških kopren iz vlaken WO/PP oziroma WO/BiCoPES. Lastnosti plastenih kopren in pogoji utrjevanja so podani v preglednici 3. Utrjevanje je potekalo s pomočjo segrevanih kovinskih

Preglednica 1: Lastnosti uporabljenih vlaken

Vzorci	Dolžina [mm]	Dolžinska masa [dtex]	Sp. pretržna napetost [cN/dtex]	Pretržni raztezek [%]
WO	192,8 ± 8,5	31,35 ± 2,48	0,98 ± 0,07	24,9 ± 4,53
PP	89,8 ± 1,8	8,58 ± 0,33	2,34 ± 0,07	131,3 ± 10,02
BiCoPES	47,6 ± 0,27	4,76 ± 0,15	2,23 ± 0,07	114,0 ± 4,71

Preglednica 2: Tališče vlaken

Vzorci	Temperatura začetka taljenja [°C]			Temperatura konca taljenja [°C]		
	Povprečje	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost	Povprečje	Minimalna vrednost	Maksimalna vrednost
PP	158	155	159	174	169	180
BiCoPES plašč	126	123	128	209	207	210
BiCoPES jedro	253	250	256	272	268	277

Preglednica 3: Pogoji izdelave plastenih vlaknovin

Vzorec	Debelina plastene koprene [mm]	Obremenitev plastene koprene [kg]	Temperatura obdelave [°C]	Čas termične obdelave [min]
WO/PP-I	30	5	160–165	5
WO/BiCoPES	30	5	190	7

plošč. Vzorci plastenih vlaknovin so bili ohlajeni pri sobni temperaturi. Vizualno smo ugotovili, da so bile vrhnje plasti vlaknovin kompaktnejše, vlakna pa medsebojno bolj povezana kot v notranjosti vlaknovin.

2.2 Uporabljene metode

Kemična sestava plastenih vlaknovin je bila določena s standardno metodo odtapljanja dvokomponentnih mešanic vlaken. Uporabljena je bila 2-% raztopina KOH za odtopitev volne [15]. Vsebnost vlage je bila določena po standardu SIST ISO/TR 6741-1 [16], debelina vlaknovin po standardu SIST EN ISO 5084 [17] pri tlaku 4,5 kPa, ploščinska masa po standardu SIST EN 12127 [18]. Gostota vlaknovin je bila izračunana iz razmerja med ploščinsko maso in debelino vlaknovine. Toplotno prevodnost smo določili po standardu SIST EN 12667 [19] na aparatu z zaščiteno vročo ploščo pri naslednjih pogojih: velikost vzorca 300 x 300 mm, temperatura vroče plošče 20 °C in temperatura hladne plošče 0 °C. Toplotni upor (R) smo izračunali po enačbi 1, kot razmerje med debelino (d) in toplotno prevodnostjo (λ) materiala.

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

Natezne lastnosti vlaknovin smo merili po standardu SIST ISO 5081 [20] na dinamometru Instron 5567 (Instron, VB). Merili smo lastnosti v vzdolžni in prečni smeri. Velikost preskušanih trakov je bila 200 x 50 mm, vpeta dolžina 100 mm in hitrost raztezanja 100 mm/min.

Stisljivost vlaknovin smo merili prav tako na dinamometru Instron 5567 s posebnimi prilagojenimi prižemami s pritisknima ploskvama v obliki kroga s premerom 60 mm. Pred poskusom sta bili prižemi razmaknjeni, tako da je bil začetni pritisk na vlaknovino enak nič, razdalja med prižemama ob koncu poskusa pa je bila 5 mm. Hitrost gibanja zgornje prižeme je bila 2 mm/s. Merili smo silo v odvisnosti od razdalje med prižemama (L_0). Izmerili smo maksimalno tlačno silo ($F_{tlak, maks.}$) in tlačno deformacijo pri maksimalni tlačni sili ($L_{tlak, maks.}$) ter izračunali stopnjo stisnjenosti vzorcev pri maksimalni tlačni sili po enačbi 2. Tlačno napetost pri maksimalni tlačni sili ($p_{maks.}$) smo izračunali po enačbi 3 iz razmerja med maksimalno tlačno silo ($F_{tlak, maks.}$) na površino, A , ki je znašala 28,3 cm². Vlaknovine smo opazovali na vrstičnem elektronskem mikroskopu

JSM-6060LV (JEOL, Japonska) pri pospeševalni napetosti 10 kV.

$$ST = \frac{L_0 - 5}{L_0} \cdot 100 [\%] \quad (2)$$

$$p_{maks.} = \frac{F_{tlak, maks.}}{A} \quad (3)$$

3 Rezultati z razpravo

Po postopku termičnega utrjevanja večplastnih koprren smo izdelali vzorce plastenih vlaknovin primerljive ploščinske mase (preglednica 4). Vlaknovina WO/PP z večjim utežnim deležem sintetičnih vlaken je bila bolj kompaktna, tanjša in gostejša od vlaknovine WO/BiCoPES z manjšim deležem sintetičnih vlaken (preglednica 5). Zaradi hidrofobnosti sintetičnih vlaken je odstotek vezane vlage odvisen od deleža vsebovane volne.

Preglednica 4: Osnovne lastnosti plastenih vlaknovin

Vzorec	Ploščinska masa [g/m ²]	Debelina [mm]	Gostota [kg/m ³]
WO/PP	520,1	14,0	37,2
WO/BiCoPES	550,4	40,6	13,6

Preglednica 5: Kemična sestava plastenih vlaknovin

Vzorec	Delež volne [%]	Delež sintetičnih vlaken [%]	Vsebnost vlage [%]
WO/PP	84,64	15,36	6,97 ± 0,04
WO/BiCoPES	92,49	7,51	8,18 ± 0,11

Zaradi anizotropne orientacije vlaken v koprrenah sta imeli obe vlaknovini v vzdolžni smeri višjo natezno trdnost kot v prečni. Vlaknovina WO/BiCoPES je imela za več kot 2-krat višjo natezno trdnost v vzdolžni in prečni smeri v primerjavi z vlaknovino WO/PP (preglednica 6), kar pripisujemo različnemu odzivu sintetičnih vlaken pri utrjevanju vlaknovin. Pri tem so nastale številne kohezivne povezave med sintetičnimi vlakni in adhezivne povezave med sintetičnimi vlakni in volno.

Kohezivne povezave med vlakni PP oziroma BiCoPES (slika 1) smo proučevali na ostankih sintetičnih

Preglednica 6: Specifična pretržna napetost, pretržni raztezek in variacijski koeficient (CV)

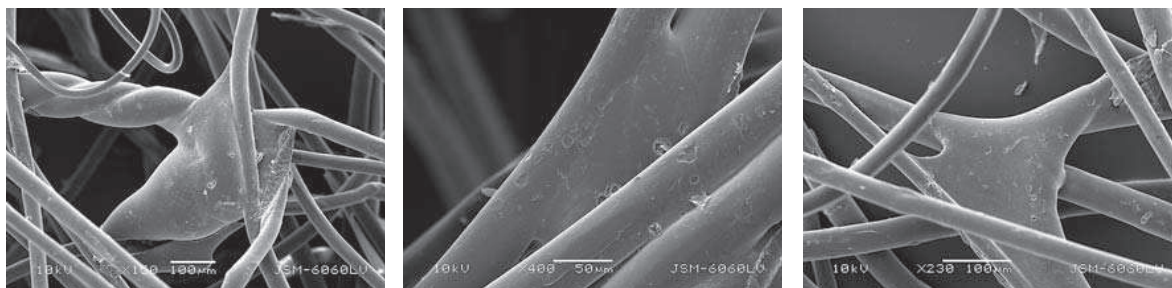
Vzorec	Sp. pretržna napetost [kPa]	CV [%]	Pretržni raztezek [%]	CV [%]
WO/PP prečno	2,20	41,59	31,48	6,34
WO/BiCoPES prečno	6,20	4,47	55,10	15,40
WO/PP vzdolžno	10,50	26,00	25,08	18,92
WO/BiCoPES vzdolžno	19,00	9,62	47,10	12,10

vlaknen po odtopitvi volne v vlaknovinah. Med PP-vlakni so nastale številne kohezivne povezave med dvema ali več sosednjimi vlakni, ki so se medsebojno stalila, pri čemer so popolnoma izginile konture posameznih vlaknen (slika 1).

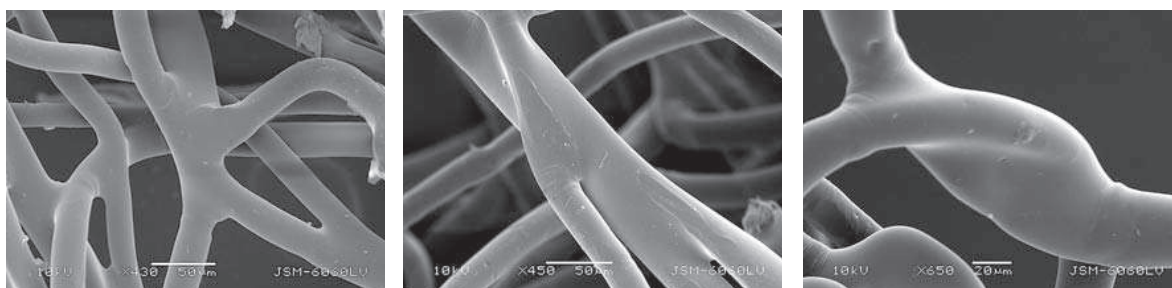
Kohezivne povezave med vlakni BiCoPES kažejo na medsebojno zlepljenost dveh ali več vlaknen, pri čemer so vlakna zelo dobro ohranila svojo obliko (slika 2). Dvokomponentna vlakna so po termični obdelavi ohranila strukturo v jedru vlaknen in s tem tudi pripomogla k večji mehanski trdnosti vlaknovine po termični obdelavi, medtem ko so se enokomponentna polipropilenska vlakna kljub večji dolžinski masi mestoma v celoti stalila. Na staljenih mestih sta se jim poslabšali orientacija in trdnost, zaradi česar kohezivne povezave med PP-vlakni

niso bistveno mogle pripomoči k povečanju trdnosti vlaknovine.

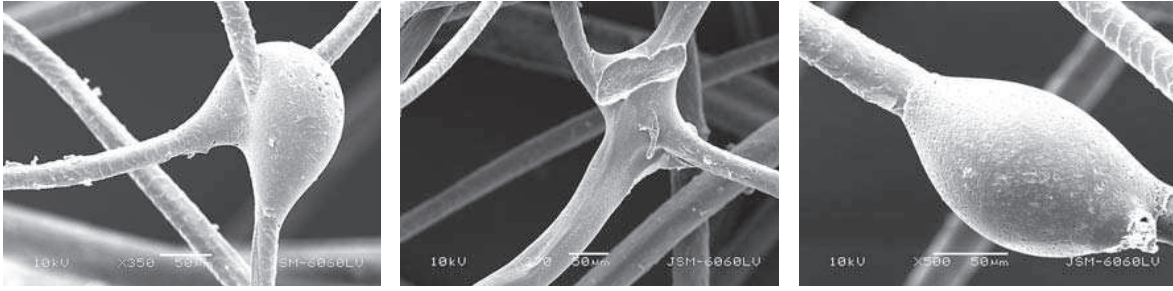
Adhezivna povezava med sintetičnimi vlakni in volno je prikazana na slikah 3 in 4. V vlaknovini WO/PP so PP-vlakna ustvarila številne medsebojne povezave dveh sosednjih volnenih vlaknen (slika 3 levo) ali volnenega in PP-vlakna (slika 3 sredina), nastale pa so tudi številne adhezivne povezave med volno in talino PP (slika 3 desno), kjer ni prišlo do povezovanja sosednjih vlaknen med seboj. Tovrstne povezave so bile nezaželene, ker ne pripomorejo k povečanju trdnosti vlaknovine. Nastale so zaradi neoptimalnih pogojev toplotne obdelave (previsoke temperature ali predolgega časa). Pri dvokomponentnih poliestrskih vlaknih smo zasledili nastanek številnih adhezivnih povezav sosednjih volnenih in



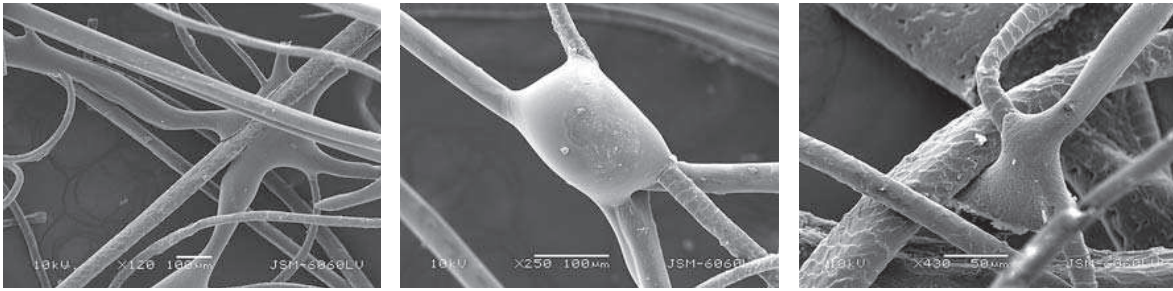
Slika 1: Kohezivne povezave med volno in polipropilenskimi vlakni v vlaknovini WO/PP (ostanek PP po odtopitvi volne)



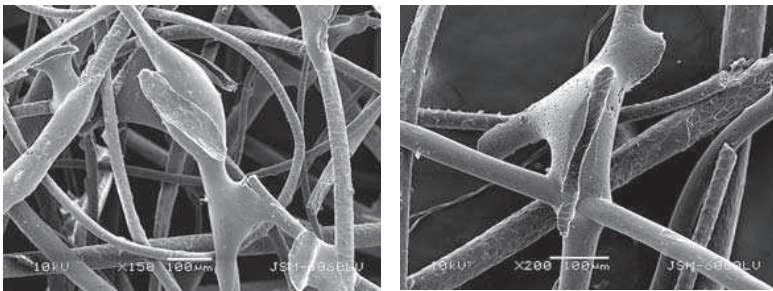
Slika 2: Kohezivne povezave med volno in poliestrskimi vlakni v vlaknovini WO/BiCoPES (ostanek BiCoPES po odtopitvi volne)



Slika 3: Tipične adhezivne povezave med volno in polipropilenskimi vlakni v vlaknovini WO/PP



Slika 4: Tipične adhezivne povezave med volno in poliestrskimi vlakni v vlaknovini WO/BiCoPES



Slika 5: Odtisi lusk volne na sintetičnih vlaknih v vlaknovini WO/PP (levo) in WO/BiCoPES (desno)

poliestrskih vlaken, nismo pa opazili posameznih kapljic taline na volnenih vlaknih, tako kot pri vlaknovini s PP-vlakni.

Adhezivne povezave med sintetičnimi vlakni in volno so bile slabe, saj so sintetična vlakna na številnih mestih v vlaknovini odstopila od volne, zaradi česar so nastale številne replike površja volne (odtisi lusk) na površju sintetičnih vlaken oziroma polimeru (slika 5).

Preglednica 7: Toplotna prevodnost in toplotni upor

Vzorec	Toplotna prevodnost [W/mK]	Toplotni upor [m ² K/W]
WO/PP	0,036	0,389
WO/BiCoPES	0,037	1,097

Primerjava toplotnoizolacijskih sposobnosti vlaknovin kaže, da imata obe vlaknovini primerljivo toplotno prevodnost, to je 36 mW/mK oz. 37 mW/mK, vendar pa omogoča vlaknovina WO/BiCoPES zaradi večje debeline (voluminoznosti) za 2,8-krat višji toplotni upor kot vlaknovina WO/PP (preglednica 7). Maksimalna dosežena tlačna sila oziroma tlačna napetost je odvisna od ploščinske mase in strukture vlaknovine, pri čemer se bolj kompaktne in toge strukture bolj upirajo stiskanju. Vlaknovini smo tlačno stiskali do enake debeline 5 mm. Tanjšo vlaknovino WO/PP smo stisnili le za 8,23 mm ali 64,3 %, vlaknovino WO/BiCoPES pa smo stisnili za 25,6 mm ali 87,7 %. Vlaknovina WO/PP je bila zaradi večjega deleža PP-vlaken, ki so bila tudi bolj groba kot vlakna BiCoPES, teže stisljiva kot vlaknovina WO/BiCoPES (preglednica 8).

Preglednica 8: Maksimalna tlačna sila ($F_{tlak, maks.}$), tlačna deformacija pri maksimalni tlačni sili ($L_{tlak, maks.}$), stopnja stisnjenosti pri maksimalni tlačni sili (ST) in tlačna napetost pri maksimalni tlačni sili ($p_{maks.}$)

Vzorec	$F_{tlak, maks.}$ [N]	$L_{tlak, maks.}$ [mm]	ST [%]	$p_{maks.}$ [kPa]
WO/PP	622,48	8,23	64,3	220,2
WO/BiCoPES	566,00	25,60	87,7	199,9

4 Sklepi

Za izdelavo toplotno utrjenih plastenih vlaknovin so najprimernejša dvokomponentna sintetična vlakna, ki pa so zelo draga. V raziskavi smo primerjali lastnosti plastenih volnenih vlaknovin, utrjenih s termoplastičnimi dvokomponentnimi in enokomponentnimi sintetičnimi vlakni. Uporabljena sintetična vlakna so bila v primerjavi z volno krajša, finjša in trdnjša. Ugotovili smo, da so mehanske lastnosti plastenih volnenih vlaknovin, utrjenih z dvokomponentnimi sintetičnimi vlakni, boljše kot pri uporabi enokomponentnih sintetičnih vlaken. Morfologija kohezivnih in adhezivnih povezav je za enokomponentna vlakna drugačna kot za dvokomponentna: enokomponentna vlakna se s segrevanjem mestoma popolnoma stalijo, medtem ko se dvokomponentnim vlaknom stali le plašč in ohranijo obliko vlaken in s tem tudi precejšen delež svojih mehanskih lastnosti. Na podlagi morfološke analize povezovanja temeljnih vlaken (volne) s sintetičnimi vlakni pričakujemo, da bi uporaba finjših enokomponentnih vlaken dala večjo trdnost in mehkost vlaknovin.

Slaba adhezija med volno in sintetičnimi vlakni je bila ugotovljena tako pri uporabi polipropilenskih kot poliestrskih vlaken.

Glede na namen uporabe vlaknovin bi bilo treba v nadaljnjih raziskavah optimizirati delež sintetičnih vlaken, njihovo finočo in dolžino.

Zahvala

Za finančno podporo v okviru bilateralnega projekta BI-BA 12-13/027 se zahvaljujemo Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministarstvu nauke i tehnologije Republike Srpske.

Viri

1. Wool. Change to a healthier and safer environment. 100 % natural renewable sustainable.

I.W.T.O. [accessible remotely], [cited: 25. 02. 2013]. Accessible on web: <http://www.iwto.org/uploaded/projects/roadmap/iwto_rm_english.pdf> [9. 02. 2013].

2. MIHALJEVIĆ, Tomislav. *Priručnik za uzgajivače ovaca*. Mostar : Federalni agromediterranski zavod Mostar, 2011, p. 4.
3. RIJAVEC, Tatjana in JERONČIČ, Jasna. Volna avtohtone bovške pasme ovac. *Tekstilec*, 2002, letn. 45, št. 1–3, str. 5–14.
4. JANJIĆ, Svjetlana, RISTIĆ, Mihailo, RIJAVEC, Tatjana, GRUJIĆ, Dragana, KOCJAN AČKO, Darja. Pridobivanje in lastnosti kompozitov na osnovi domače volne. V *42. simpozij o novostih v tekstilstvu, 2. junij 2011, Ljubljana in 6. simpozij o novostih v grafiki, 2. junij 2011, Ljubljana. Nove tehnologije – da ali ne?*. Barbara SIMONČIČ (ured.), Diana GREGOR-SVETEC (ured.), Petra FORTE-TAVČER (ured.). Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, 2011, str. 90–100.
5. KOVAČ, Renata. *Unikatni polsteni izdelki iz volne bovške ovce* : Diplomsko delo. Ljubljana, 2001, 118 f.
6. BLICBLAU, A. S., COUTTS, R. S. P. and SIMS, A. Novel composites utilizing wool and polyester resin. *Journal of Materials Science Letters*, 1997, vol. 16, p. 1417–1419.
7. DASDEMIR, Mehmet, MAZE, Benoit, ANANTHARAMAIAH, Nagendra and POURDEYHIMI, Behnam. Formation of novel thermoplastic composites using bicomponent nonwovens as a precursor. *Journal of Materials Science*, 2011, vol. 46, p. 3269–3281.
8. NASSAR, Khaled Mansour Abdel Hafez. *Thermobonded 3D nonwoven wool structures* : Dissertation. Manchester : University of Manchester, 2010, p. 178. [accessible remotely], [cited: 25. 02. 2013]. Accessible on web: <<https://www.escholar.manchester.ac.uk/api/datastream?publicationPid=uk-ac-man-scw:90209&datastreamId=FULL-TEXT.PDF>> [4. 12. 2012].

9. Thermalfleece and thermalfleece PB20 for pitched roof applications. Second Nature Ltd (VB). [accessible remotely], [cited: 25. 02. 2013]. Accessible on web: <<http://www.thermafleece.com/>>. [15. 1. 2013].
10. ROY, P. K., MALIK, T. and SINHA, T. K. Thermal bonded nonwoven – an overview, 1725/2011, 16 pp. [accessible remotely], [cited: 25. 02. 2013]. Accessible on web: <www.technicaltextile.net> [4. 12. 2012].
11. DAS, Dipayan, KUMAR PRADHAN, Arun, CHATTOPADHYAY, R. and SINGH, S. N. Composite nonwovens. *Textile Progress*, 2012, vol. 44, p. 1–84.
12. RIJAVEC, Tatjana, ZUPIN, Živa, NIKOLIĆ, Momir, PERŠUH, Nataša, VRABIČ BRODNJAK, Urška in KOCJAN AČKO, Darja. *Domači lan in volna v kompozitih in drugih naprednih, okolju prijaznih proizvodih* : končno poročilo za bilateralni projekt, BI-BA/10-11-025 : 2010–2011. Ljubljana : Univerza v Ljubljani, 2012, 1 zv. (loč. pag.).
13. BARTOL, Tamara. *Vlaknovine iz grobe domače volne* : Diplomsko delo. Ljubljana, 2013, 51 str.
14. RISTIĆ, Mihailo, JANJIĆ, Svjetlana, ILIŠKOVIĆ, Nadežda V., GOJIĆ, Duško M. Ispitivanje uslova pranja domačih vrsta vuna. *Hemijska industrija*, 2003, vol. 57, p. 341–344.
15. SIST ISO 1833 : 2000 *Tekstilije – Dvokomponentne mešanice vlaken – Kvantitativna kemična analiza*.
16. SIST ISO/TR 6741-4 : 1996 *Tekstilije – Vlakna in preje – Določanje trgovske mase pošiljk – 1. del: Določanje mase in izračuni*.
17. SIST EN ISO 5084 : 1999 *Tekstilije – Ugotavljanje debeline tekstilij (ISO 5084:1996)*.
18. SIST EN 12127 : 1999 *Tekstilije – Ploskovne tekstilije – Ugotavljanje ploščinske mase majhnih preskušancev*.
19. SIST EN 12667 : 2002 *Toplotne karakteristike gradbenih materialov in proizvodov – Ugotavljanje toplotne upornosti z zaščiteno vročo ploščo in/ali merilniki toplotnih tokov – Proizvodi z visoko ali srednjo toplotno upornostjo*.
20. SIST ISO 5081:1996 *Tekstilije – Tkanine – Določanje pretržne sile in raztezka (Metoda traku.)*