

# Materijali za zaštitnu opremu u šumarstvu

---

**Babić, Stella**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:081602>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Stella Babić

# **MATERIJALI ZA ZAŠTITNU OPREMU U ŠUMARSTVU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.



Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Stella Babić

**SAFETY EQUIPMENT MATERIALS IN  
FORESTRY**

FINAL PAPER

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Stella Babić

# **MATERIJALI ZA ZAŠTITNU OPREMU U ŠUMARSTVU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr.sc. Zvonimir Matusinović, predavač

Karlovac, 2016.



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 27.09.2016.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Studentica: Stella Babić

Naslov: Materijali za zaštitnu opremu u šumarstvu

Opis zadatka: Cilj ovog rada je ukratko opisati materijale od kojih se izrađuje osobna zaštitna oprema za radnike koji obavljaju poslove u šumarstvu kako bi se upotrebom kvalitetne opreme smanjio broj ozljeda na radu.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

07.07.2016.

19.09.2016.

27.09.2016.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Zvonimir Matusinović, predavač

Mr.sc. Snježana Kirin, viši predavač

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se svome mentoru dr.sc. Zvonimiru Matusinoviću na ukazanome povjerenju i stručnoj pomoći. Također, zahvaljujem se pročelnici Odjela Sigurnosti i zaštite mr.sc. Snježani Kirin koja mi je svojim znanjem, stručnošću te korisnim savjetima uvelike olakšala pisanje ovog rada.

Zahvaljujem se svojim prijateljima i kolegama na strpljenju i podršci koju su mi pružali tijekom studiranja i pisanja ovog rada, jer bez njih, sve bi bilo puno teže.

Na kraju, veliko hvala mojoj obitelji, koja mi je svojom podrškom i razumijevanjem tijekom moga školovanja, omogućila da ostvarim svoj cilj. Neizmjerne sam zahvalna svojoj majci Bosiljki, baki Zlati i djedu Adamu koji su zajedno sa mnom sanjali ovaj dan i gurali me naprijed bez obzira na sve.

Hvala Vam!

## **SAŽETAK**

Tijekom radnog procesa ljudsko tijelo je izloženo mnogobrojnim opasnostima i štetnostima. Mnoge ozljede na radu mogle bi biti smanjene uprebom odgovarajuće zaštitne odjeće. Sam odabir zaštitne odjeće treba se temeljiti na zahtjevima radnog procesa. Osim funkcionalnosti, zaštitna odjeća treba biti udobna za nošenje, zdravstveno i fiziološki prihvatljiva te izrađena od kvalitetnih i prikladnih materijala. Zaštitni učinak odjeće uglavnom ovisi o karakteristikama materijala od kojih je ona izrađena, ali isto tako i od načina izrade odjeće. U ovom radu je prikazana osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela radnika koji obavljaju poslove u šumarstvu s osvrtom na materijale od kojih se ista izrađuju.

Ključne riječi: opasnosti, zaštitna odjeća, radnik, šumarstvo, materijali.

## **SUMMARY**

During the workflow human body can be exposed to many dangers and adverse effects. Many work related injuries could be reduced by usage of adequate protective clothing. The selection of protective clothing should be based on the requirements of the work process. Not only should the clothing be functional, but also comfortable for wearing, acceptable in terms of health and physiologically and made off good quality and acceptable materials. Level of protection usually depends on the characteristics of the materials with which they were made and the way they are made. In this paper I showed personal protective gear for protection of workers that work in silviculture with emphasis on materials they are made off.

Keywords: dangers, protective clothing, worker, forestry, materials.



## SADRŽAJ

<b>ZAVRŠNI ZADATAK.....</b>	<b>I</b>
<b>PREDGOVOR.....</b>	<b>II</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>III</b>
<b>SADRŽAJ.....</b>	<b>IV</b>
1. UVOD .....	1
1.1. Predmet i cilj rada.....	2
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	2
2. VLAKNA I TEKSTIL .....	3
2.1. Primarna svojstva vlakana .....	4
2.1.1. Duljina vlakna .....	4
2.1.2. Finoća vlakana.....	5
2.1.3. Čvrstoća vlakana .....	7
2.1.4. Savitljivost.....	7
2.1.5. Kohezivnost.....	8
2.1.6. Jednolikost.....	8
2.2. Podjela vlakana prema porijeklu .....	9
2.2.1. Prirodna vlakna .....	9
2.2.2. Umjetna vlakna .....	10
3. VLAKNA OD PRIRODNIH POLIMERA .....	11
3.1. Umjetna celulozna vlakna .....	11
3.1.1. Viskozna vlakna .....	12
3.1.2. Modalna vlakna .....	12
3.1.3. Bakrena vlakna .....	13
3.1.4. Liocelna vlakna .....	14
3.1.5. Acetatna i triacetatna vlakna .....	14

3.2. Gumena vlakna .....	15
4. VLAKNA OD SINTETSKIH POLIMERA.....	16
4.1. Poliesterska vlakna .....	16
4.2. Poliamidna vlakna .....	17
4.3. Aramidna vlakna.....	18
4.4. Akrilna vlakna .....	19
4.5. Elastomerna vlakna.....	20
5. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA RADNIKA U ŠUMARSTVU .....	22
5.1. Zaštitna odjeća radnika u šumarstvu .....	23
5.1.1. Šumarska jakna .....	25
5.1.2. Šumarske hlače.....	29
5.2. Zaštitne rukavice radnika u šumarstvu .....	32
5.3. Zaštitna obuća radnika u šumarstvu .....	38
5.3.1. Materijali za izradu zaštitne obuće radnika u šumarstvu .....	39
5.4. Zaštitna kaciga radnika u šumarstvu .....	43
6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK.....	47
7. LITERATURA.....	49
POPIS SLIKA .....	51
POPIS TABLICA.....	53

## 1. UVOD

Zaštitna odjeća i obuća štiti radnike od opasnosti na radnom mjestu koje mogu uključivati po život opasne situacije. U takvim slučajevima zaštitna odjeća i obuća mora ispuniti najviše sigurnosne standarde i biti u skladu sa zahtjevima radne okoline u kojoj se koristi. Kod proizvodnje zaštitne odjeće potrebno je uskladiti načine izrade sa svojstvima tekstilnih materijala koji pored funkcionalnosti i udobnosti moraju zaštititi krajnjeg korisnika od predviđene opasnosti. U tu svrhu sve se više razvijaju novi tekstilni materijali vrlo kompleksne građe s unaprijed zadanim svojstvima. Težišta se postavljaju na odgovarajuće vrste vlakana koja proizvode, prije svega, daju potrebna zaštitna svojstva, a da pri tom nisu suviše skupa te da se mogu prerađivati u odjevne predmete zadovoljavajuće udobnosti i funkcionalnog oblika. Sva zaštitna odjeća treba biti označena jasno vidljivim oznakama koje moraju sadržavati informativni dio na službenom jeziku zemlje u kojoj se upotrebljava pa je potrebno da se iste nalaze na samom proizvodu ili na etiketi pričvršćenoj na proizvodu.

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Cilj ovog rada je ukratko opisati materijale od kojih se izrađuje osobna zaštitna oprema za radnike koji obavljaju poslove u šumarstvu kako bi se upotrebom kvalitetne opreme smanjio broj ozljeda na radu. Svaki materijal je različitih karakteristika pa je potrebno odabrati najbolji za što veću zaštitu radnika.

## **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

Podaci navedeni u ovome radu su prikupljeni iz stručne literature, koja pruža potrebna temeljna stručna znanja o vlaknima kao osnovnoj tekstilnoj sirovini te iz internetkih izvora podataka u kojima je navedena problematika osobne zaštitne oprema.

## 2. VLAKNA I TEKSTIL

Tekstil je uopćeni naziv za vlakna i sve proizvode načinjene od njih bilo kojom prerađivačkom tehnologijom što znači da pojam tekstil uključuje sve linearne i plošne tekstilne tvorevine te iz njih izrađene proizvode. Za izradu tradicionalnih i modernih, kao i suvremenih tekstilnih materijala koristi se mnogo vrsta vlakana koja se međusobno razlikuju po kemijskoj građi, strukturi, svojstvima, vrsti i količini popratnih tvari, morfologiji i izgledu, dostupnosti, ekskluzivnosti i drugim značajkama. Stoga je uobičajeno da se vlakna sistematiziraju u skupine kako bi se olakšalo pručavanje njihovih svojstava.

Vlakno je oblik tvari kojoj je duljina mnogo veća od poprečnih dimanzija zbog čega se ubraja u linearne tekstilije. Smatra se da omjer uzdužne prema poprečnoj dimenziji mora biti najmanje sto. Za sve vrste komercijalnih vlakana taj je omjer mnogo veći, a posljedica je linearnosti unutrašnje građe vlakana. Vlakna moraju imati i ona odgovarajuća svojstva koja im omogućavaju sposobnost prerade u složenije tekstile proizvode. Sposobnost prerade za svrstavanje neke tvari u kategoriju vlakana osigurava se prikladnom duljinom, finoćom, dostatnom čvrstoćom i kemijskom otpornošću, savitljivošću i kohezivnošću. Navedene zahtjeve ispunjavaju brojna vlakna koja se prerađuju u raznovrsnim procesima tekstilne tehnologije, a njihova svojstva usklađuju se s predviđenom namjenom proizvoda i odgovarajućim zahtjevima korisnika.

Razvrstavanje vlakana u pojedine skupine može se izvršiti prema različitim kriterijima, a najčešći kriterij podjele jest porijeklo vlakana. [1]

## 2.1. Primarna svojstva vlakana

Da bi se vlakna mogla dalje prerađivati u složenije tekstilije i da bi tekstilni proizvodi zadovoljili predviđenoj namjeni, vlakna moraju ispunjavati određene zahtjeve s obzirom na niz svojstava. Neka svojstva odražavaju ponašanje vlakana pri djelovanju vanjskih sila i utjecaja. Tako se mehaničkim svojstvima opisuje ponašanje vlakana pri djelovanju raznih vrsta sila i opterećenja. Fizikalna svojstva predstavljaju odgovor vlakna na razne vanjske fizikalne utjecaje kao što je djelovanje topline, raznih vrsta zračenja, atmosferilija i slično. Druga skupina svojstava je vezana uz izgled vlakana, njegove dimenzije i površinske karakteristika. Ta su svojstva vrlo specifična za vlakna kao oblik tvari, ali i različita i karakteristična za pojedine vrste vlakana te se prema njima vlakna mogu identificirati. Svojstva iz te skupine značajna su i za prerađivost te na temelju njih rezultiraju i mnoge razlike u ponašanju tekstilnih proizvoda u primjeni. Ponašanje pri djelovanju kemijskih sredstava važno je za provedbu raznih fizikalno-kemijskih procesa, a otpornost na pojedine kemikalije je važno uporabno svojstvo. Uobičajeno je da se brojna svojstva vlakana o kojima ovisi sposobnost njihove prerade te prikladnost za određenu namjenu svrstavaju u dvije skupine: primarnih i sekundarnih svojstava. [2]

### 2.1.1. Duljina vlakna

Radi potrebe reproducibilnog mjerenja i jednoznačnog izražavanja duljina vlakna definira se kao razmak između krajeva ispravljenog ali neistegnutog vlakna. Većina metoda i postupaka određivanja duljine vlakana u skladu je s tom definicijom i zahtjevom pa pri kupnji vlakna kao sirovine za tekstilnu industriju valja imati na umu da se nazivna vrijednost duljine odnosi na ispravljeno, a ne na kovrčavo vlakno. Prema duljini, razne se vrste vlakana međusobno dosta razlikuju (Tab. 1), ali se ipak sva vlakna prema toj značajki mogu grubo svrstati u dvije skupine: vlasasta vlakna i filamentna vlakna. [1]

**Vlasasto vlakno** naziv je za vlakno male duljine tako da se ona mjeri i izražava u milimetrima (mm) ili centimetrima (cm). Daljnja prerađivost u pređu bitno ovisi o duljini vlasastog vlakna pa se i tehnologija pređenja temelji na duljini vlakna. Kako bi se vlasasta vlakna mogla prerađivati u pređu, smatra se da bi trebala biti dulja od 12,5 mm.

**Filamentno vlakno** je naziv za vlakno neograničene duljine tako da se ona mjeri i izražava u metrima (m) ili kilometrima (km).

Tablica 1: Duljine pojedinih vrsta vlakana

<b>Vlakno</b>	<b>Duljina [mm]</b>
Pamuk	25 - 45
Vuna	50 - 200
Laneno	
- elementarno vlakno	15 - 20
- tehničko vlakno	500 - 750
Konopljino	
- elementarno vlakno	10 - 15
- tehničko vlakno	700 - 1500
Juta	
- elementarno vlakno	-
- tehničko vlakno	2000 - 3000
Azbest	1 - 20
Svila	$6 * 10^5 - 8 * 10^5$

### 2.1.2. Finoća vlakana

Finoća je mjera za površinu poprečnog presjeka vlakna (Tab. 2). Što je ta površina manja, vlakno je finije, što ujedno znači da je i tanje. Prema tome, kod utvrđivanja finoće bilo bi ispravno odrediti veličinu poprečnog presjeka. Međutim, vlakna su vrlo fina pa su te površine veoma male i teško mjerljive, a osim toga različita vlakna imaju poprečne presjeke različitih oblika koji su neprikladni za mjerenje. Zbog te teškoće u određivanju veličine poprečnog presjeka vlakana finoća se izražava duljinskom masom (Tab. 3), tj. masom koja je sadržana u jediničnoj duljini vlakna.

Tablica 2: Razvrstavanje tekstilnih vlakana prema finoći

<b>Finoća vlakna [dtex]</b>	<b>Oznaka skupine vlakana</b>
Više od 7	Gruba vlakna
2,4 - 7	Srednje fina vlakna
1 - 2,4	Fina vlakna
0,3 - 1	Vlakna visoke finoće
0,4 i manje	Mikrovlakva

Tablica 3: Promjer i duljinska masa pojedinih vrsta prirodnih vlakana

<b>Vlakno</b>	<b>Promjer [<math>\mu\text{m}</math>]</b>	<b>Duljinska masa [dtex]</b>
Pamuk	12 – 29	1,2 – 2,8
Vuna	18 – 60	4 – 20
Svila	12 – 22	1 – 3,5
Devina dlaka	9 – 40	1,03 – 10
Moher	24 – 40	5,9 – 16,46
Laneno		
- elementarno vlakno	12 – 37	4,7 – 19
- tehničko vlakno	40 – 620	-
Konopljino		
- elementarno vlakno	16 – 50	2 – 6
- tehničko vlakno	40 – 620	
Juta		
- elementarno vlakno	18 – 20	1,5
Ramija		
- elementarno vlakno	50	-
- tehničko vlakno	5000	-



### 2.1.3. Čvrstoća vlakana

Čvrstoća odražava ponašanje vlakana pri djelovanju raznih sila i opterećenja. Što su vlakna čvršća to mogu podnijeti veća opterećenja. Čvrstoća mora biti tolika da omogući neometanu preradbu vlakana u različite složenije tekstilne proizvode i da osigura dovoljnu trajnost tih proizvoda tijekom njihove upotrebe. Da bi se saznala čvrstoća vlakana, mjeri se najveća sila koju vlakno može podnijeti tzv. prekidna sila [cN]. Različite vrste vlakana značajno se razlikuju po čvrstoći što je vidljivo iz navedenih podataka (Tab. 4). Valja istaknuti da i unutar jedne vrste vlakna postoje različiti tipovi čvrstoće te se to odnosi na sintetska vlakna od kojih se proizvode tipovi vlakna velike čvrstoće za različite tehničke primjene.

Tablica 4: Čvrstoća vlakana u normalnim uvjetima

Vlakno	Čvrstoća [cN/dtex]	Vlakna	Čvrstoća [cN/dtex]
Sirovi pamuk	3 – 4,9	Viskozna – standardni tip	0,7 – 3,2
Laneno	2,6 – 7,7	Viskozna – HWM tip	2,5 – 5
Konopljino	5,8 – 6,8	Poliesterska (PES)	4,6 – 9,5
Jutino	3 – 5,8	Poliamidna (PA)	2,5 – 8,3
Ramijino	5,5	Akrilna (PAN)	2 – 4,5
Svila	2,4 – 5,1	Modakrilna (MAC)	2,5 – 3,5
Vuna	1 – 1,7	Polipropilenska (PP)	3 – 7,5
Azbestno	2,5 – 3,1	Staklena	6,3 – 7,2

### 2.1.4. Savitljivost

Savitljivost je svojstvo tekstilnog vlakna da se djelovanjem sila može opetovano savijati, a da se ne prekine. Drugim riječima, pojam savitljivosti izražava otpornost na ponavljajuća savijanja i pregibanja pa se ta karakteristika izražava brojem pregiba koje vlakno može

izdržati do prekida. Zadovoljavajuća otpornost vlakana prema savijanju potrebna je da bi se vlakna mogla nesmetano presti ta da bi pređa bila dovoljno savitljiva za daljnju preradu.

#### **2.1.5. Kohezivnost**

Kohezivnost je sposobnost da vlakna međusobno čvrsto prijanjaju nakon što su dovedena u dovoljno blizak položaj. Zahvaljujući kohezivnosti u pređi se postiže povezanost među vlaknima koja pređi osigurava potrebnu kompaktnost i čvrstiću. Sposobnost preradivosti vlakana može se poboljšati nanošenjem posebnih preparativnih sredstava na vlakna. Bez kohezivnosti vlakna se ne bi mogla prerađivati u složenije tekstilne proizvode.

#### **2.1.6. Jednolikost**

Jednolikost je svojstvo kojim se izražava međusobna sličnost vlakana od iste sirovine po duljini, finoći, čvrstoći i drugim svojstvima. Ujednačenost vlakana s obzirom na primarna svojstva je bitna za uspješnu preradbu u pređu i tekstilije složene građe. Zbog toga se kod umjetnih vlasastih vlakana proizvode tipovi koji su u pogledu tih primarnih svojstava slični prirodnim vlaknima, kako bi se mogli nesmetano prerađivati istom tehnologijom i u mješavini s njima. [1]

## 2.2. Podjela vlakana prema porijeklu

Prema porijeklu sva se vlakna mogu razvrstati u dvije skupine – skupinu prirodnih i skupinu umjetnih vlakana. Unutar svoje skupine umjetna su vlakna podijeljena prema vrsti prirodnog izvora u kojem vlakno nastaje, a u skupini umjetnih vlakana razlikujemo vlakna od organskih polimera i vlakna koja su građena od anorganskih tvari. Vlakna od organskih polimera uobičajeno je dalje sistematizirati prema porijeklu polimera, pri čemu je važno razlikovati umjetna vlakna od prirodnih polimera i umjetna vlakna od sintetskih polimera.

### 2.2.1. Prirodna vlakna

Prirodna su vlakna proizvod žive i nežive prirode (biljni i životinjski svijet, minerali). Ta se vlakna u prirodi nalaze u obliku u kojem se mogu izravno upotrijebiti kao tekstilna sirovina ili su u takvom obliku da je njihova upotreba moguća tek nakon nekih fizikalno-mehaničkih zahvata ili fizikalno-kemijskih obrada primjenom kojih se vlakna izdvajaju iz prirodnog izvora. Razlikuju se tri glavne skupine prirodnih vlakana: biljna, životinjska i mineralna vlakna. [1]

**Biljna vlakna** su proizvod biljaka i pretežito su građena od celuloze, a dobivaju se od sjemenki (pamuk, kapok, akon), stabljike (lan, kudelja, juta, ramija, kenaf), plodova (kokos) i lišća (agava, sisal, manila).

**Životinjska vlakna** su proizvod životinja i pretežito su građena od bjelančevina (proteina) pa se za tu vrstu vlakana uvriježilo i naziv prirodna proteinska vlakna. Tijelo mnogih životinja pokriva dlaka (keratinska polimerna tvar) koja ih štiti od vanjskih utjecaja i koja se može iskoristiti kao tekstilna sirovina. Iz ovčjeg se runa dobiva vuna, a i dlake mnogih drugih životinja upotrebljavaju se kao vlakna u tekstilnoj proizvodnji (dlaka koza, kunića, deva, vikunje, ljame i dr.). Neke određene životinjske vrste u određenom dijelu životnog ciklusa izlučuju dugačke nitaste tvorevine od kojih gusjenica stvara kukuljicu da bi se unutar nje preobrazila u leptira. Iz takve kukuljice koju stvara gusjenica dobiva se svila.

**Mineralna vlakna** su vlakna koja se dobivaju iz prirodnih minerala, a jedini je predstavnik azbestno vlakno iz istoimenog minerala.

### 2.2.2. Umjetna vlakna

Pojam umjetna vlakna obuhvaća sva vlakna koja nastaju industrijskom proizvodnjom, za razliku od prirodnih čiji se vlaknasti oblik stvara u prirodi. Pritom ishodna tvar koja se oblikuje u vlakno može biti talina ili otopina nekog prirodnog ili sintetskog polimera, a neka se umjetna vlakna dobivaju iz raznih krutih anorganskih tvari ili plinova. [1]

Prema polaznoj sirovini za izradbu vlakana razlikuju se dvije osnovne skupine umjetnih vlakana: vlakna od prirodnih polimera i vlakna od sintetskih polimera.

Tablica 5: Nazivi i kratice umjetnih vlakana

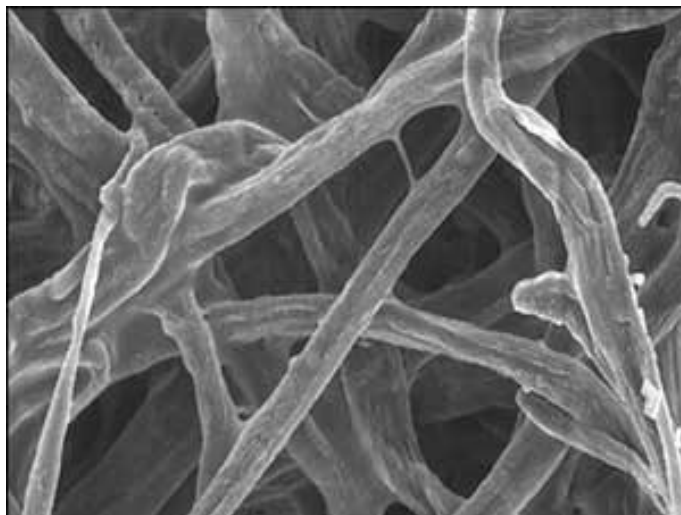
Nazivi vlakana	Kratice vlakana
Acetatna	CA
Akrilna	PAN
Alginatna	ALG
Aramidna	AR
Bakarna	CUP
Elastanska	EL
Elastodienska	ED
Fluorna	PTFR
Keramička	CEF
Klorna	CLF
Liocelna	CLY
Metalna	MTF
Modakrilna	MAC
Modalna	CMD
Poliamidna	PA
Poliesterska	PES
Polietilenska	PE
Poliimidna	PI
Polipropilenska	PP
Staklena	GF
Triacetatna	CTA
Viskozna	CV
Vinilalna	PVAL
Ugljikova	CF

### 3. VLAKNA OD PRIRODNIH POLIMERA

Vlakna od prirodnih polimera je skupni naziv za umjetna vlakna koja se dobivaju od prirodnih polimera, dakle iz tvari koje prirodnim procesima dobivaju prikladnu polimernu građu, ali nemaju vlaknasti oblik. Prikladnim fizikalno-kemijskim procesima u industrijskoj preradbi ti se polimeri djelomično prerađuju i pretvaraju u vlaknasti oblik. Tako se iz drvene celuloze dobivaju umjetna celulozna vlakna, iz bjelančevina biljnog i životinjskog podrijetla proizvode se umjetna proteinska vlakna, od nekih vrsta algi dobivaju se alginatna vlakna, od prirodnih kaučuka gumena vlakna, a od nekih metala mogu se izraditi fine metalne niti. [1]

#### 3.1. Umjetna celulozna vlakna

Umjetna celulozna vlakna su skupina koja obuhvaća veći broj vlakana koja se međusobno razlikuju po postupku dobivanja, ali i po svojstvima, te se označavaju posebnim nazivima. Većina ih se proizvodi iz drvene celuloze, a općenito se može ustvrditi da postupci dobivanja nisu jednostavni. Celuloza je teško topljiv polimer što je razlog određenih teškoća u primjeni postupka ispredanja vlakana iz otopine polimera. U primjeni je nekoliko tehnoloških postupaka kojima se proizvode viskozna, modalna, bakrena, liocelna i acetatna vlakna.

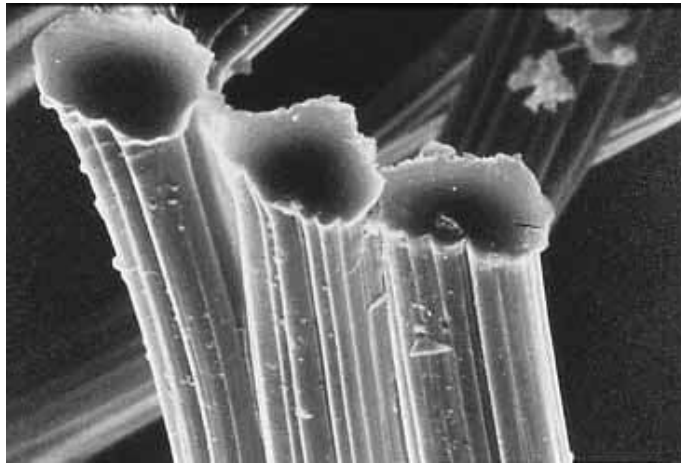


Slika 1: Izgled celuloznog vlakna pod mikroskopom

### 3.1.1. Viskozna vlakna

Viskozna vlakna su najstarija komercijalna umjetna vlakna. Po kemijskoj građi ta su vlakna čista celuloza, kao što je i kod mnogih prirodnih biljnih vlakana. Međutim, duljina celuloznih makromolekula u viskoznim i drugim umjetnim celuloznim vlaknima znatno je manja nego celuloze u prirodnim biljnim vlaknima iz čega proizlaze određene razlike u fizikalnim i mehaničkim svojstvima.

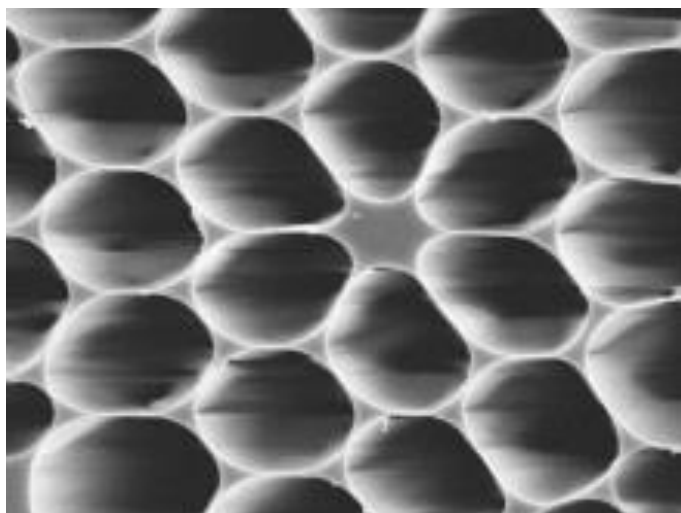
Standardna viskozna vlakna proizvode se kao vlasasta prilagođena duljini prirodnih vlakana te kao filamentna vlakna neograničene duljine. Zbog velike sposobnosti apsorpcije vlage iz zraka, odjeća od viskoznih vlakana dobro upija znoj, ne nabija se statičkim elektricitetom te je vrlo ugodna za nošenje. [2]



Slika 2: Izgled viskoznog vlakna pod mikroskopom

### 3.1.2. Modalna vlakna

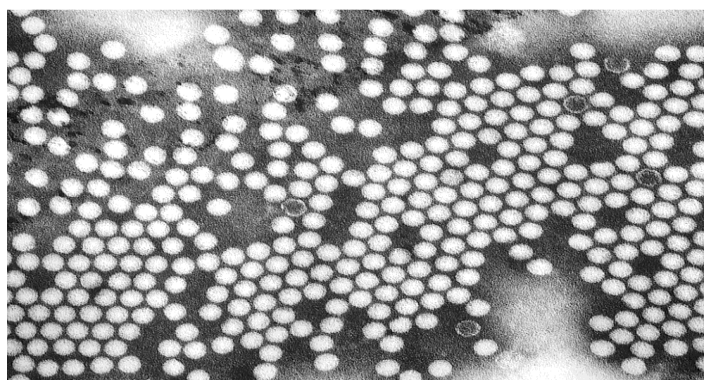
Modalna su vlakna također čista celulozna vlakna, ali sa poboljšanim svojstvima. Određene razlike postoje u morfološkim svojstvima tako da modalna vlakna imaju poprečni presjek približno kružnog oblika. Proizvode se uglavnom kao vlasasta vlakna i upotrebljavaju se sama ili u mješavini s pamukom, vunom i sintetskim vlaknima. Proizvodi od modalnih vlakana su kvalitetniji, ističu se postajanošću oblika, manjim gužvanjem i lakšim održavanjem i čvrstoćom u mokrome stanju. [2]



Slika 3: Izgled modalnog vlakna pod mikroskopom – poprečni presjek

### 3.1.3. Bakrena vlakna

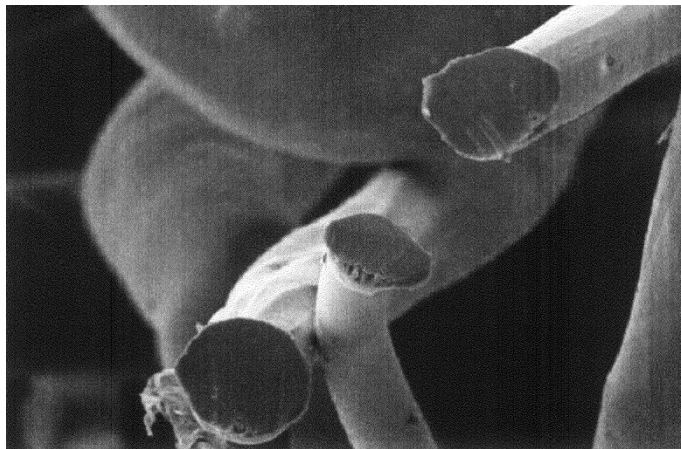
Bakrena su vlakna umjetna celulozna vlakna, po kemijskom sastavu čista celulozna vlakna. Ističu se plemenitim sjajem i finoćom, što je posljedica specifične tehnologije ispredanja. Osnovna svojstva, poglavito fizikalno-kemijska, bojadisarska i mehanička, praktički su jednaka svojstvima viskozničkih vlakana. [2]



Slika 4: Izgled bakrenog vlakna pod mikroskopom

### 3.1.4. Liocelna vlakna

Liocelna vlakna je skupni naziv za nova umjetna celulozna vlakna dobivena izravnim otapanjem celuloze u organskim otapalima i ispredanjem mokrim postupkom. Primjenjuju se otapala na osnovi morfolin-oksida, a kao taložno sredstvo upotrebljava se voda. Proizvodnja se odvija u zatvorenom kružnom procesu uz gotovo 90-postotnu regeneraciju otapala. Površina liocelnih vlakana je glatka, presjek je kružna oblika i imaju veliku čvrstoću. Osnovni nedostatak ovih vlakana je sklonost uzdužnom kalanju. [2]

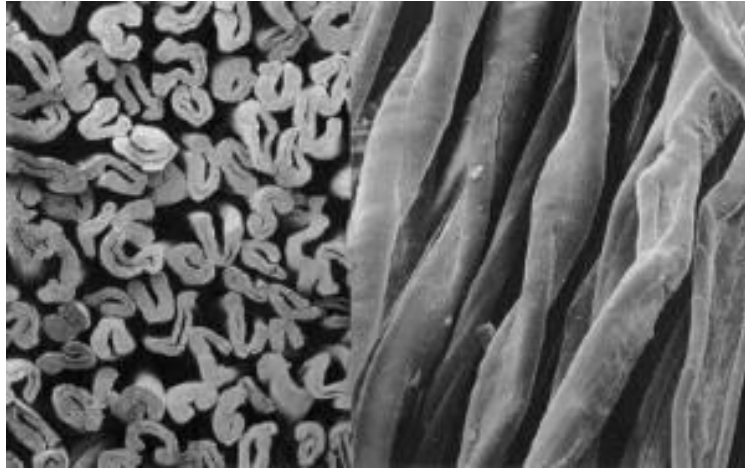


Slika 5: Izgled liocelnog vlakna pod mikroskopom

### 3.1.5. Acetatna i triacetatna vlakna

Acetatna i triacetatna vlakna su po kemijskoj građi celulozni derivati što znači da je celuloza u tim vlaknima kemijski promijenjena. Acetatna i triacetatna vlakna su vrlo otporna na djelovanje kiselina i sunčevog zračenja, a jake lužine hidroliziraju ih na površini. Pod djelovanjem sila ponašaju se slično viskoznim i bakrenim vlaknima, a čvrstoća im je mala i nalazi se u području od 1,4 do 4 cN/dtex. Ujedno su lagana, ugodna na dodir, sjajna i manje se gužvaju. [2]

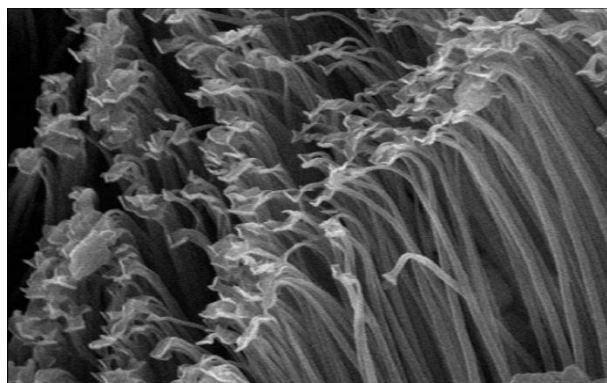




Slika 6: Izgled acetatnog vlakna pod mikroskopom

### 3.2. Gumena vlakna

Gumena se vlakna dobivaju od prirodnog poliizoprenskog kaučuka te pripadaju skupini elastomernih, visokorastezljivih vlakana. Od tih vlakana se traži da se mogu rastegnuti najmanje na trostruku duljinu, a da se nakon prestanka djelovanja sile odmah vrate na početnu duljinu. Proizvode se protiskivanjem emulzije kaučuka kroz mlaznicu i skrućivanjem niti uklanjanjem otapala. Skrućene niti se vulkaniziraju da bi se osigurala potrebna čvrstoća i trajnost. Vlakna se odlikuju velikom rastezljivošću (mogu se rastegnuti i na peterostruku duljinu bez bitnije trajne deformacije). Međutim, to su gruba, debela vlakna, masna opipa, vrlo osjetljiva na ulja i masnoće, pa i na masnoću ljudske kože i kozmetičkih proizvoda, a slabo su postajana i na sunčevo zračenje. Gumene niti se može uplesti i u raznovrsne pozamenterijske proizvode koji imaju široku primjenu u izradbi odjeće. [2]



Slika 7: Izgled gumenog vlakna pod mikroskopom

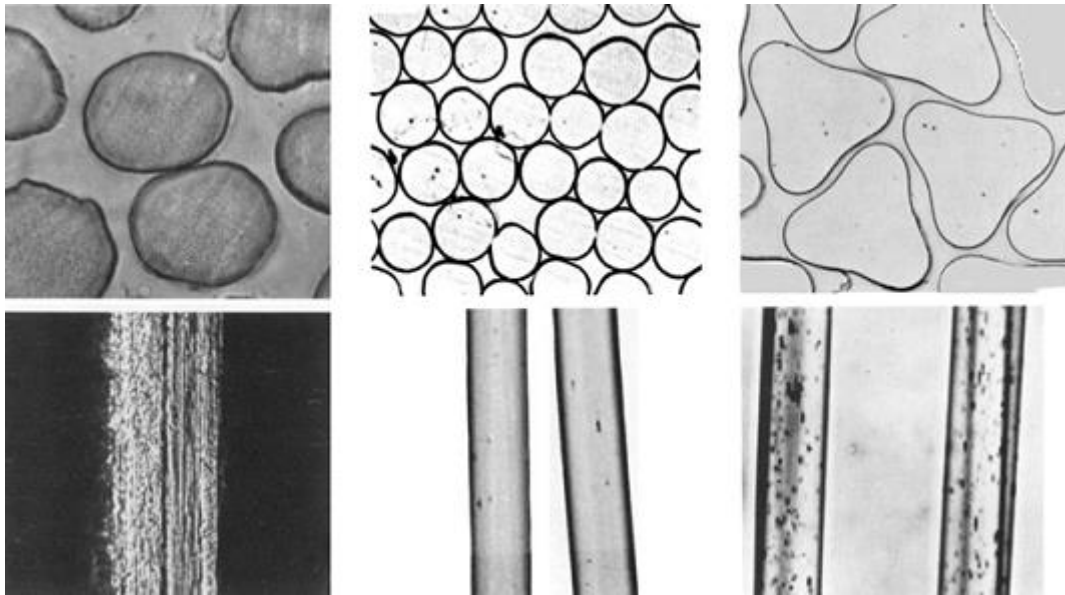
## **4. VLAKNA OD SINTETSKIH POLIMERA**

Vlakna od sintetskih polimera je skupni naziv za mnoga vlakna koja se proizvode od polimera nastalih industrijskom sintezom. Takvi se polimeri sintetiziraju od jednostavnih monomernih spojeva sposobnih da u pogodnim uvjetima polimeriziraju dajući polimer prikladne građe i svojstava pogodnih za ispredanje u vlakna. U skupinu organskih sintetskih vlakana spadaju brojna dobro poznata vlakna kao što su poliesterska, poliamidna, armidna, elastanska i elastodienska, akrilna, modakrilna, polietilenska, polipropilenska, klorna, vinilalna, fluorna i neka druga vlakna manjeg komercijalnog značenja. U skupinu sintetskih vlakana spadaju i anorganska vlakna koja se uglavnom dobivaju iz prirodnih anorganskih spojeva. [2]

### **4.1. Poliesterska vlakna**

Poliesterska se vlakna definiraju kao vlakna građena od linearnih poliesterskih makromolekula u kojima je maseni udio estera tereftalne kiseline i nekog dialkohola manje 85%. Pretežiti se dio poliesterskih vlakana proizvodi od sintetskog polimera koji se zove poli(etilen-tereftalata). Polimer je termoplastičan i taljiv pa se vlakna ispredaju postupkom iz taline.

Po morfološkim su karakteristikama poliesterska vlakna tipična umjetna vlakna. Standardni tipovi vlakana imaju glatku površinu i kružan poprečni presjek, ali se proizvode i profilirana vlakna različitih oblika poprečnog presjeka. Poliesterska vlakna imaju veliku čvrstoću te otpornost na savijanje i habanje što je uzrok pojavi pilinga na dijelovima odjeće izloženoj povećanom habanju. Vrlo su kompaktna i imaju visok stupanj kristalnosti. Kako dodatno u kemijskoj građi ne sadrže slobodne aktivne skupine (hidrokiseline i sl.) slabo upijaju vlagu iz zraka i vodu. Izvrsno se mogu prerađivati svim preradbenim tehnikama. [2]

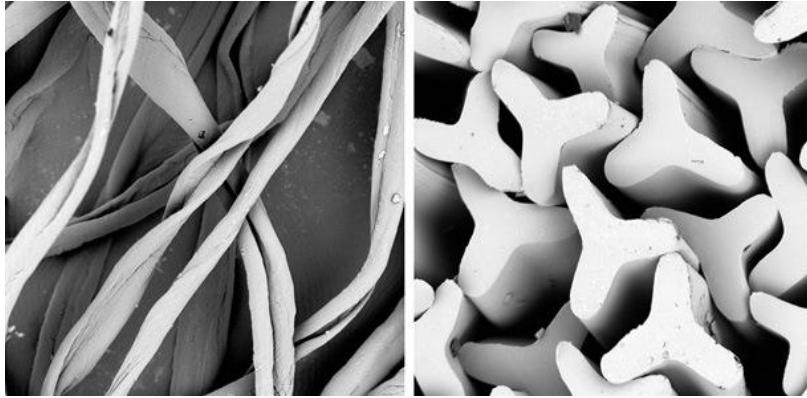


Slika 8: Izgled poliesterskih vlakana različite morfologije pod mikroskopom

#### 4.2. Poliamidna vlakna

Poliamidna vlakna su vlakna građena od linearnih makromolekula u kojima su meri povezani amidnim vezama. U svijetu se proizvodi više vrsta poliamidnih vlakana, a najvažnije su dvije vrste. To su vlakna od poliheksametenadipamida (PA 6.6) i vlakna od polikaprolaktama (PA 6). Poliamidna se vlakna ispredaju iz odgovarajućih polimera (PA 6.6 i PA 6) postupkom ispredanja iz taline jer se polimeri mogu prevesti u stabilnu talinu. Pretežiti dio vlakana se proizvodi kao filamentna pređa, od čega najveći dio kao teksturirana, a tek manji dio kao glatki mono i multifilament.

Po morfološkim su karakteristikama jednolikog izgleda, glatke površine i najčešće kružnog poprečnog presjeka, premda mogu biti i profilirana. Ujedno su i čvrsta, elastična i savitljiva vlakna, otporna na trošenje habanjem, laganija su od poliesterski, a sposobnost upijanja vlage iz zraka im je nešto veća. U novije se vrijeme i na području poliamida proizvode vlakna 3. generacije, tj. poboljšanih i posebnih svojstava. Tako postoje poliamidna vlakna smanjene sklonosti nabijanju statičkim elektricitetom, povećane hidrofilnosti, smanjene gorivosti, poboljšanih estetskih karakteristika i dr. [2]

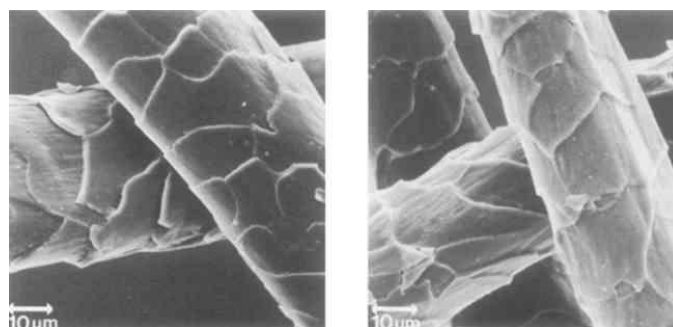


Slika 9: Izgled profiliranog poliamidnog vlakna pod mikroskopom

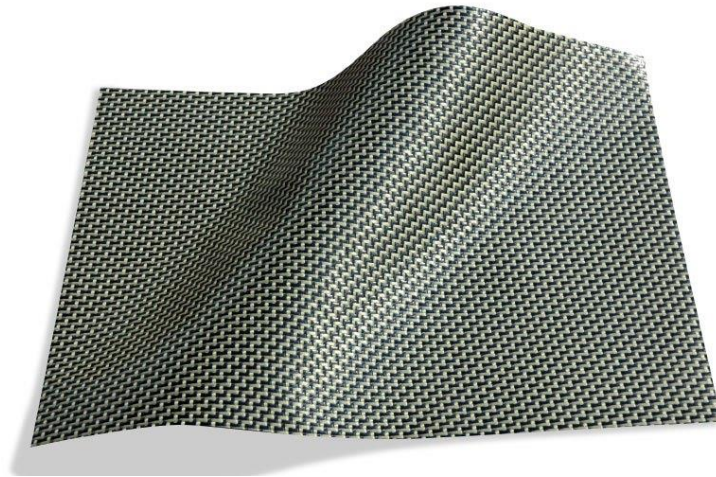
### 4.3. Aramidna vlakna

Aramidna vlakna su specijalna vlakna koja se dobivaju od aromatskih poliamida. Sva aramidna vlakna su poznata kao termootporna vlakna, što znači da ne gube na čvrstoći pri trajnim opterećenjima na povišenim temperaturama. Zagrijavanjem vlakna ne omekšaju, nego se pri određenoj karakterističnoj temperaturi termički raspadaju. Tako se npr. Nomex vlakna termički raspadaju na temperaturama višim od 370°C, a napoznatije aramidno vlakno Kevlar (Sl. 11) je još otpornije te se raspada pri temperaturi oko 550°C. Pojedina aramidna vlakna su otporna i na gorenje, a ističu se specijalnim mehaničkim svojstvima. [2]

Kevlar i druga para-aramidna vlakna ističu se specijalnom čvrstoćom te se od tih vlakana priređuju višeslojne tkanine, neprobojne na puščana zrna i projekte. Od takvih se višeslojnih tkanina izrađuju zaštitni prsluci i odjela za balističku zaštitu ljudi u pogibljenim uvjetima. Upravo je po tom svojstvu Kevlar poznat diljem svijeta te se od njega izrađuju i zaštitna odjela koja se nose u drugim opasnim uvjetima kao što su radna odjela drvosječa i sl.



Slika 10: Izgled aramidnog vlakna pod mikroskopom



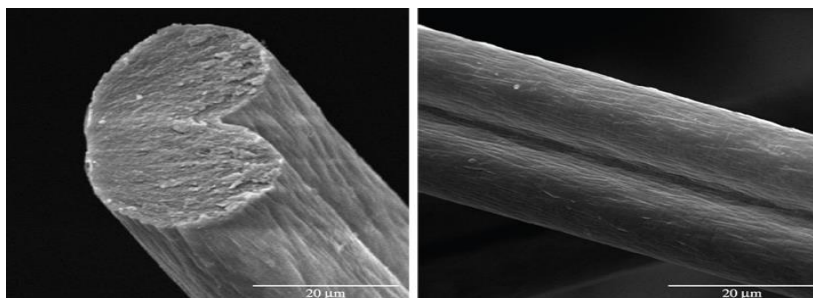
Slika 11: Primjer tekstilnog materijala Kevlar

Specijalna mehanička svojstva, negorivost i izvrsna otpornost prema kemikalijama čine ovu skupinu vlakana iznimno kvalitetnim materijalom.

#### 4.4. Akrilna vlakna

Akrilna vlakna su vlakna od poliakrilonitrila što znači da su građena od linearnih makromolekula koje kao konstitucijsku jedinicu pretežito sadrže akrilonitril. Ta se vlakna ispredaju iz otopine polimera suhim i mokrim postupkom ispredanja.

Akrilna vlakna su lagana, mekana na dodir i izgled te su po tim svojstvima slična vuni, veoma su otporna prema kiselinama i organskim otapalima, a nešto slabije prema alkalijama. Glavni im je nedostatak slaba termička otpornost. Od tipova akrilnih vlakana posebnih svojstava ističe se visokoapsorptivno šupljikavo vlakno Dunova. [2]



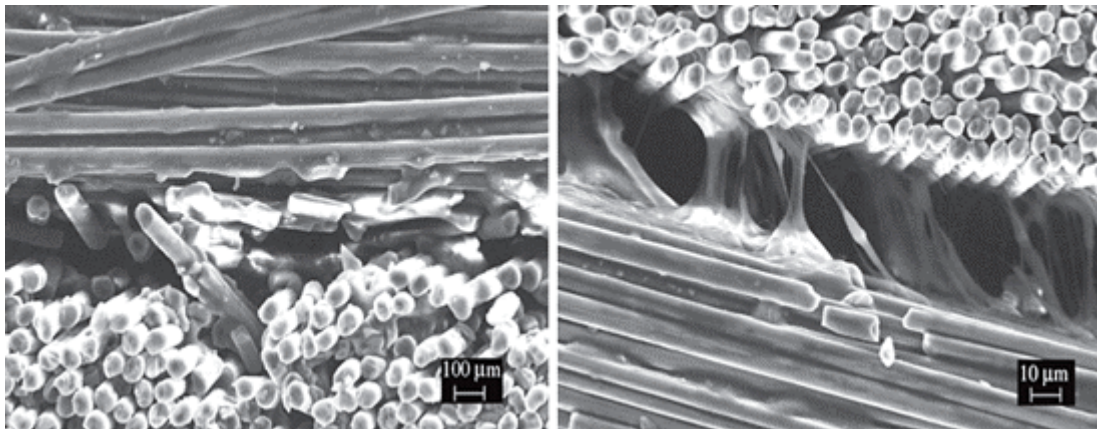
Slika 12: Izgled akrilnog vlakna pod mikroskopom

#### 4.5. Elastomerna vlakna

Elastomerna vlakna je opći naziv za vrlo rastezljiva umjetna vlakna što znači da ih prema definiciji mora biti moguće rastegnuti na najmanje trostruku duljinu. Najznačajniji predstavnici ove skupine su elastanska vlakna i elastodienska vlakna.

**Elastanska vlakna** su vlakna pretežno građena od poliuretana, što znači da su vrlo rastezljiva pa se mogu pojedini tipovi elastanskih vlakana rastegnuti i na sedmerostruku duljinu bez trajne deformacije. Prtežno se proizvode kao multifilamentna pređa, ali i kao monofilamenti. Vlakno je gumastog izgleda pa se često prerađuje u oblik jezgrovite pređe pri čemu se elastanska nit kao jezgra obavija nekim drugim vlaknom ili pređom izrazitijeg tekstilnog karaktera. Karakteristike za elastanska vlakna su otpornost na starenje djelovanjem sunčeva zračenja, manja sklonost masnim prljavštinama i nešto lakša preradivost.

**Elastodienska vlakna** se ispredaju iz vulkaniziranog prirodnog ili sintetskog poliizoprenskog kaučuka. Ako se ispredaju iz prirodnog kaučuka tada je za njih uvriježeni naziv gumena vlakna. Po svojim svojstvima su vrlo slična vlaknima od prirodnog poliizoprena.



Slika 13: Izgled elastanskog vlakna pod mikroskopom

Tablica 6: Usporedba svojstava nekih sintetskih vlakana

<b>Vlakno</b>	<b>Gustoća g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Upijanje vlage %</b>	<b>Čvrstoća cN/tex</b>	<b>Prekidno istezanje %</b>	<b>Temper. omekš. °C</b>	<b>Talište (raspad) °C</b>
Poliestersko	1,36-1,41	0,2-0,5	30-70	20-30	230-240	250-260
PA 6	1,14	3,5-4,5	30-90	20-45	180-200	215-220
PA 6.6	1,14	3,5-4,5	30-90	20-45	220-235	255-260
Kevlar	1,44-1,47	1,5	140-250	1-4	-	550
Nomex	1,38	4,5	44-53	22-35	-	370
Akrilno	1,1-1,19	1-1,5	35-50	15-40	-	310
Modakrilno	1,17	3-3,5	17-55	15-60	-	250
Polipropilensko	0,9-0,92	0	26-60	15-50	150-160	165-175
Dynema	0,9-0,97	0	280-360	3-6	-	144-155
Fluorno	2,1-2,3	0	8-18	13-42	180-200	327-260
Klorno	1,4	0	24-27	10-25	65-75	160-200
Vinilalno	1,26-1,32	3,5-5	25-36	15-26	75-130	240-260
Poliimidno	1,41	5	0-33	19-8	-	450
Elastansko	1,1-1,3	0,5-1,5	5-12	400-700	170-230	230-250

## 5. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA RADNIKA U ŠUMARSTVU

Neke radne operacije u šumarstvu opasne su i štetne po zdravlje radnika. Stoga se određene faze i radni postupci smatraju radom s povećanom opasnošću od ozljeda i zdravstvenih oštećenja. Nakon duljeg vremena rada, npr. s motornom pilom, moguća su i profesionalna oboljenja. Sadašnja tehnologija rada u šumarstvu na žalost ugrožava zdravlje radnika, tako da su ovi radovi u mnogim državama pri vrhu glede rizika za nastanak ozljede. Prilike su posebno zabrinjavajuće u privatnom sektoru. Da bi šumarski radnik imao zadovoljavajuću sigurnost na radu, nužno je da ima posebno stručno znanje, dovoljno radnog iskustva, primjereno oruđe za rad, dobru radnu kondiciju i pravilno odabranu osobnu zaštitnu opremu. Najčešći faktor nezgode je neispravna uporaba motorne pile. Zbog specifičnosti šumarske proizvodnje osobna zaštitna oprema je neophodna i još se uvijek ne može nadomjestiti drugim metodama zaštite radnika na radu.

Rad s ručnom lančanom pilom je visokorizičan. Pored visoke razine buke i vibracija, prisutna je i opasnost od mogućih porezotina. [3] Analize govore da su ozljede u obliku porezotina u šumarstvu česte te se po učestalosti ozljeda u šumarstvu nalaze na drugom mjestu, odmah nakon udaraca npr. debala, trupaca, grana i sl.

Najugroženiji dijelovi tijela su noge i ruke pa je te dijelove potrebno posebno zaštititi. Dosadašnja je praksa pokazala da je tijelo korisnika ručne lančane pile moguće relativno uspješno zaštititi korištenjem odjeće i druge osobne zaštitne opreme prema normama od HRN EN 381-1 do HRN EN 381-11. Treba ipak naglasiti da osobna zaštitna oprema ne može osigurati 100-postotnu zaštitu od ručne lančane pile. Stoga nije moguće prenapaglasiti važnost ispravnog vježbanja i potrebu za pravilnim radnim postupkom. [3]

U osobnu zaštitnu opremu za zaštitu šumarskih radnika spadaju:

- Zaštitna odjeća, odnosno štitnici gornjeg i donjeg dijela tijela obično u obliku jakni i hlača
- Zaštitne rukavice
- Zaštitne cipele / čizme
- Zaštitna kaciga



## 5.1. Zaštitna odjeća radnika u šumarstvu

Čovjek je svakodnevno izložen raznim nepovoljnim, teškim radnim i životnim uvjetima, a funkcija odjeće oduvijek je bila da štiti tijelo od vanjskih utjecaja. Primarna funkcija zaštitne odjeće je da stvara prepreku između čovjeka i okoline da bi se regulirala tjelesna temperatura u odnosu na okolinu i da bi zaštitila čovjeka od ozljeđivanja. Da bi bila djelotvorna i funkcionalna, zaštitna odjeća mora biti oblikovana ergonomski i u skladu s dinamičkim antropometrijskim uvjetima korištenja, a pri izvođenju aktivnosti mora osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta. Pri dizajnu i izradi zaštitne odjeće moraju biti u optimalnom omjeru zaštita, komfor, trajnost i cijena.

Radi zaštite organizma i dijelova tijela, radnicima koji su za vrijeme rada izloženi određenim vrstama opasnosti i štetnosti stavljaju se na raspolaganje sredstva osobne zaštite, odnosno zaštitna oprema ako se djelovanje opasnosti i štetnosti ne može drugim mjerama zaštite na radu otkloniti. Zaštitna odjeća svojim svojstvima štiti tijelo od mogućih ozljeda. Udobnost odjeće direktna su posljedica mikroklimatskog stanja u međuprostoru između tijela i odjeće, a ovise i o vrsti materijala i njegovoj mogućnosti rastezanja i oblikovanja prema tijelu. Svojstva materijala na mjestu kontakta s kožom tijela moraju zadovoljiti niz tribološko-fizioloških svojstava.

Unatoč velikom razvoju tehnike i tehnologije mnoga radna mjesta su još uvijek vrlo rizična. U želji da se omogući što sigurnije radno djelovanje razvijena su vlakna i materijali koji štite radnika od mogućih opasnosti. Razvoj potpuno novih tehnologija umjetnih vlakana usmjeren je na proizvodnju raznolikih materijala vrlo kompleksne građe s unaprijed zadanim svojstvima.

U proizvodnji novih materijala tržište se postavlja na odgovarajuće vrste vlakana, koja proizvodu daju potrebna zaštitna svojstva, a da pri tom nisu suviše skupa te da se mogu prerađivati u odjevne predmete zadovoljavajuće udobnosti i funkcionalnosti oblika. [4]

Da bi bila djelotvorna i funkcionalna, zaštitna odjeća mora imati sljedeća obilježja:

- Univerzalna s obzirom na konstrukcijsku izvedbu jer nema podjele na mušku i žensku odjeću
- Izrađuje se u nekoliko odjevnih veličina koje omogućuju upotrebu u širokom rasponu statičkih antropometrijskih parametara

- Ergonomski oblikovana sukladno dinamičkim antropometrijskim uvjetima korištenja, a pri izvođenju aktivnosti mora osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta
- Posebno dizajnirana pri čemu su sagledane sve mogućnosti koje mogu nastati prilikom upotrebe kao npr. nošenje alata, pribora, aparata za disanje i sl.

Zaštitna odjeća - tehnička odjeća je posebna vrsta osobne zaštitne opreme. Ona je sastavni i neizostavni dio sigurnosnih standarda i mjera zaštite na radu. To nije obično radno odijelo ili radna uniforma. Ona je posebno namijenjena sigurnosti i zdravlju radnika, pri poslovima koji mogu uključivati po život opasne situacije. Namjena zaštitne odjeće šumarskih radnika je zaštita od različitih mehaničkih djelovanja.

Tehnička zaštitna odjeća obuhvaća odjeću za mehaničku zaštitu, upozoravajuću odjeću visoke uočljivosti i antistatsku odjeću. Odjeća za mehaničku zaštitu pruža zaštitu od zahvata gibajućih dijelova strojeva, od presijecanja motornom ručnom lančanom pilom i od mlaza abraziva. Odjeća za zaštitu od zahvata gibajućih dijelova izrađuje se prema normi HRN EN 510. [5] Ova odjeća ima sigurnosnu funkciju ako je odgovarajuće veličine, tijesno pristaje uz tijelo, ima glatku vanjsku površinu i ako je pravilno zatvorena. Odjeća za zaštitu od presijecanja ručnom lančanom pilom, odnosno tzv. šumarska odjeća izrađuje se prema normi HRN EN 381.[6] Na odjeću koja udovoljava zahtjevima ove norme postavlja se piktogram zaštite od lančane pile te klasa zaštite. [4]

Zaštitna odjeća šumarskih radnika za zaštitu od prereza ručnom lančanim pilom bazira se na korištenju tri razčilita principa djelovanja:

- Klizanje lanca - lanac pri kontaktu ne pili (siječe) materijal, nego kliže po njemu
- Začepljenje - lanac povlači vlakna koja ulaze u pogonski lančanik i blokiraju kretanje lanca
- Kočenje lanca - vlakna imaju visoku otpornost na presijecanje, apsorbiraju energiju gibanja i time smanjuju brzinu lanca

Testiranje zaštitne odjeće šumara za zaštitu od prereza motornom pilom obavlja se za četiri standardne brzine gibanja lanca, temeljem čega se ova osobna zaštitna oprema / odjeća klasificira kao:

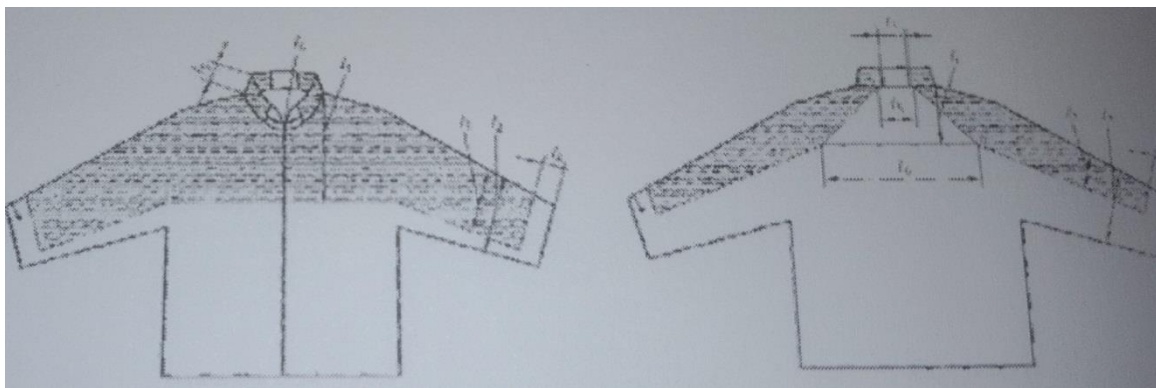
- Razred 1 – brzina gibanja lanca 20 m/s
- Razred 2 – brzina gibanja lanca 24 m/s

- Razred 3 – brzina gibanja lanca 28 m/s
- Razred 4 – brzina gibanja lanca 32 m/s

Testiranje se uvijek izvodi lancem koji je bez pogona, što znači da lanac pili uzorak koji se ispituje samo djelovanjem vlastite kinetičke energije, te kinetičke energije rotirajućeg lančanika. Pri testiranju, lanac se najprije ubrzava na potrebnu brzinu pomoću motora. U trenutku testiranja, motor se fizički odvaja od lanca i lančanika, a lanac istodobno zakreće prema dolje s male visine kako bi došao u kontakt s ispitnim uzorkom na koji se pritišće malom silom. Zbog inercije, lanac nastavlja s gibanjem i pod normalnim okolnostima urezuje se u uzorak sve dok se ne potroši sva kinetička energija njegovog gibanja. Sila pritiska lanca na uzorak koji se ispituje mora iznositi 15 N. Kao rezultat testa, u izvještaju se navodi da li je uzorak prerezan kroz čitavu debljinu ili ne i brzina lanca. [3] Pozitivan je ishod ako uzorak zaštitne odjeće šumarskih radnika koji se ispituje nije prerezan po čitavoj debljini.

### 5.1.1. Šumarska jakna

Zaštitna odjeća treba biti što je moguće lakša uzimajući u obzir udobnost i minimalna mehanička svojstva kako bi se osigurala čvrstoća odjeće te otpornost na prsjecanje motornom lančanom pilom. Zaštićena površina jakne ograničena je na vrat, ramena, prsa i gornji dio ruku (Sl. 14).



Srijeda

Straga

Slika 14: Specificirana površina zaštite za gornji dio tijela

Šumarska jakna koja je u skladu s normom HRN EN 381-11:2003 (Zaštitna odjeća za radnike koji rukuju motornim pilama) mora biti označena, odnosno na vidljivo mjesto mora biti postavljen piktogram pored kojeg je naznačen razred (klasa) zaštite odgovarajućeg odjevnog predmeta. [6]



Slika 15: Piktogram zaštite pri radu s motornom pilom

Šumarska jakna koja je u skladu s normom HRN EN 381-11:2003 (Zaštitna odjeća za radnike koji rukuju motornim pilama) mora također na sebi imati naznačene osnovne podatke o odjeći: a) identifikacija proizvođača ili trgovačka oznaka odjevnog predmeta

- b) oznaka ili broj modela proizvođača
- c) oznaka kategorije zaštite
- d) serijski broj
- e) datum proizvodnje
- f) broj norme po kojim je zahtjevima izrađena
- g) oznaka veličine
- h) razred (klasa) zaštite ovisno o brzini gibanja lanca motorne pile
- i) tekst „Ako je zaštitni materijal oštećen, ovaj komad odjeće se mora odbaciti“
- j) upute za održavanje odjeće



Slika 16: Primjer šumarske jakne Sioen

Šumarska jakna Sioen (Sl. 16) izrađena je u skladu s normom HRN EN 381-11:2003. Materijal od kojeg je izrađena zove se Pezatec koji u sebi sadrži 94% poliamidnog vlakna i 6% elastanskog vlakna. Poznato je da je poliamidno vlakno sedam puta čvršće od pamuka te se koristi ojačavanje odjevnih predmeta na mjestima koja su posebno izložena teškim uvjetima. Sioen jakna ima pojačanu zaštitu u predjelu vrata, ramena i ruku zbog probijanja kroz zapušteni i grubi teren te zbog prenošenja motorne pile. Klasificira se u Razred 1 gdje je brzina lanca motorne pile 20 m/s. Ova vrsta jakne pristaje uz tijelo kako ne bi došlo do zahvaćanja raznih predmeta prilikom kretanja po terenu ili samog rada motornom pilom. Također je vodootporna i otporna na prljavštinu te sadrži otvore za prozračivanje ispod pazuha i na leđima.

Poznati materijali od kojih proizvode šumarske jakne, uz Pezatec, su Cordura i Coolmax.

**Cordura** je specijalno poliamidsko vlakno (Sl. 17) sa izuzetnom otpornošću na oštećenja i predstavlja zrakom teksturirano poliamidsko pletivo. Cordura je najčešći upotrebljavani

tekstilni materijal za vanjske površine kada je tražena višeslojnost, pouzdanost i izdržljivost. Ovaj materijal se sastoji od 100-postotnog poliamidnog vlakna.



Slika 17: Tekstilni materijal Cordura

**Coolmax** je materijal (Sl. 18) čije su glavne značajke, osim pripadnosti najučinkovitijim materijalima, lakoća, visoka prozračnost i brzo sušenje. Izrađeni su od jedinstvenog poliesterskog vlakna za poboljšano upijanje vlage. Coolmax materijali upijaju vlagu 30% i suše se 50% brže od pamuka. Odjeća izrađena iz Coolmax materijala lako se održava, ostaje mekana i ne skliže s kože. Otporan je na skupljanje, neugodne mirise i rastezanje. Prikladan za sve aktivnosti u toplim klimatskim uvjetima, ljeti i kod povećanog znojenja.



Slika 18: Tekstilni materijal Coolmax

### 5.1.2. Šumarske hlače

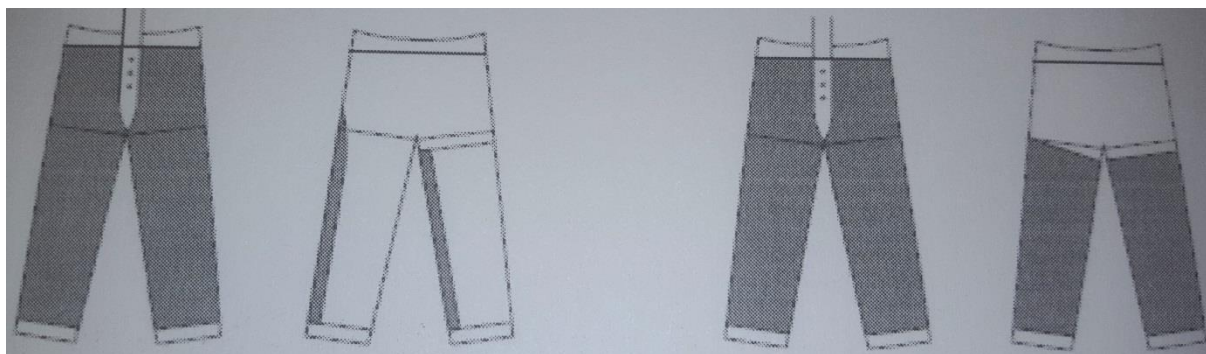
Materijal od kojeg se izrađuje odjeća otporna na presijecanje često sadrži od 7 do 9 slojeva zaštitne tkanine izrađene od dugih vlakana materijala izrazito otpornih na presijecanje koji moraju zadovoljiti ispitne metode na otpornost materijala.

Šumarske hlače dijele se u tri kategorije (A, B i C), a razlikuju se prema veličini definirane štíčene površine donjeg dijela tijela kojeg moraju pokriti.

**Kategorija A** pokriva prednji dio površine noge s tim da desna nogavica ima zaštitu s unutarnje strane 50 mm kao i lijeva nogavica s vanjske strane .

**Kategorija B** pokriva prednji dio površine noge ako kategorija A s tim da lijeva i desna nogavica imaju s unutarnje strane zaštitu širine 50 mm.

**Kategorija C** pokriva prednji dio površine noge kao kategorije A i B, dok sa stražnje strane nogavice imaju zaštitu po cijeloj visini noge.



Prednja strana

Stražnja strana

Prednja strana

Stražnja strana

a) Kategorija A

b) Kategorija C

Slika 19: Specificirana površina zaštite za donji dio tijela

Štitnici donjeg dijela tijela kategorije A i B namijenjeni su za normalan rad profesionalnih radnika u šumama pri rukovanju motornom lančanom pilom. Kategorija C namijenjena je radnicima koji povremeno u svom radu koriste motornu lančanu pilu.

Zaštićena površina može se povećati s obzirom na zahtjeve definirane kategorijama A, B i C, ali se ne smije smanjiti.



Slika 20: Primjer šumarskih hlača Sioen



Šumarske hlače Sioen (Sl. 20) izrađene je u skladu s normom HRN EN 381-11:2003. Sioen hlače izrađene su od 86% materijala Cordura koji sadrži 100-postotna poliamidna vlakna i 14% Spandex materijala (elastansko vlakno). Klasične Sioen hlače kao dodatak sadrže pasice za remen, dva bočna džepa s patentnim zatvaračem, džep s poklopcem na lijevoj nogavici, vodootporni džep za telefon (štiti od kiše i znoja) te su rastezljive u sva 4 smjera. Pojačane su sa stražnje strane te u predjelu koljena i gležnjeva. Potpuno pristaju figuri, udobne su, imaju integrirane gamaše uz pomoć kukica za pričvršćivanje hlača na cipele ili čizme, patentne zatvarače na stražnjoj strani za prozračivanje, a ujedno su i vodootporne. Klasificiraju se u razred 1 i kategoriju A.

## 5.2. Zaštitne rukavice radnika u šumarstvu

Za mnoge struke i zanimanja, život i rad bio bi nezamisliv bez zdravih ruku. Rukavice za zaštitu ruku izrađene su da bi zaštitile ruke od štetnih vanjskih utjecaja u svakodnevnom životu i profesionalnom radu. Bitno je da zaposlenici nose zaštitne rukavice namijenjene za zaštitu od opasnosti i štetnosti kojima su izloženi na radnom mjestu.

Zaštitne rukavice su dio osobne zaštitne opreme koje štite ruke ili dio ruke od opasnosti i štetnosti pri radu [7]. Rukavice moraju pružiti radniku odgovarajući stupanj zaštite od mehaničkih opasnosti prisutnih u bilo kojem radnom procesu u šumarskoj djelatnosti. Da bi se to postiglo, Zakon o zaštiti na radu [8] i Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava [9] reguliraju potrebu i uvjete uporabe zaštitnih rukavica kao osobne zaštitne opreme. Prema ovim propisima poslodavci su obvezni osigurati radnicima osobnu zaštitnu opremu, odnosno zaštitne rukavice te odgovarajuće upute o njihovom pravilnom i učinkovitom korištenju. Tijekom posljednjih dvadeset godina na tržištu su dostupne brojne vrste zaštitnih rukavica različite kvalitete. Prema ponudi zaštitnih rukavica treba odabrati one koje će najbolje zaštititi ruke radnika tijekom obavljanja određenog radnog procesa.

Danas su zaštitne rukavice nužnost, kako u privatnom životu da bi zaštitili svoje zdravlje od štetnih nevidljivih čimbenika, tako i u djelatnostima gdje su ruke izložene riziku i opasnostima.

Pravna regulativa za zaštitne rukavice:

- Direktiva Vijeća Europe 88/686/EEZ
- Zakon o zaštiti na radu (NN 59/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09)
- Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN 39/06)
- Pravilnik o stavljanju na tržište osone zaštitne opreme (NN 89/10)
- HRN EN 420:2004 (EN 420:2003) Zaštitne rukavice – Opći zahtjevi i ispitne metode

Zbog stvaranja što sigurnijih uvjeta rada i zaštite zdravlja radnika potrebno je, među ostalim, osigurati zaštitne rukavice koje su proizvedene u skladu s navedenim europskim direktivama i normama. Hrvatska norma HRN EN 420:2004 temeljna je norma za zaštitne rukavice [10]. Ona definira opće zahtjeve koje trebaju zadovoljiti sve zaštitne rukavice, bez obzira na njihovu specifičnu primjenu. Osim što daje definiciju zaštitnih rukavica, norma određuje

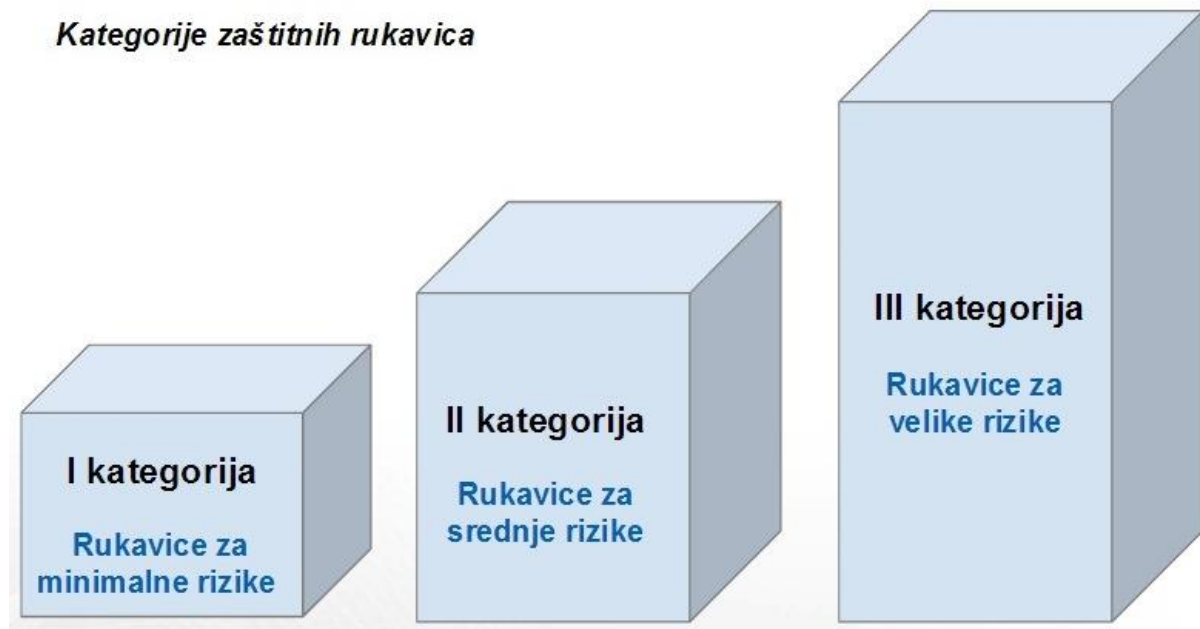
parametre kao što su oblikovanje i izrada rukavica, zahtjevi za neškodljivost materijala, upute za uporabu i održavanje, zahtjevi za udobnost, osjet i spretnost pri upotrebi rukavica, vodonepropusnost, elektrostatička svojstva te veličina rukavica i označavanje.

Prema Direktivi Vijeća 88/686/EEZ [11] i prema Pravilniku o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme [12], osobna zaštitna sredstva, pa tako i rukavice, razvrstane su u tri kategorije (Sl. 21), odnosno skupine obzirom na rizike od kojih štite. Ove skupine uobičajeno su označene kao I, II i III kategorija. [HZZZSR]

**Kategorija I** obuhvaća zaštitne rukavice koje štite od od minimalnih rizika, a predviđene su za uporabu u radnim uvjetima gdje krajnji korisnik može sam prepoznati rizike i potrebnu razinu zaštite.

**Kategorija II** obuhvaća rukavice za zaštitu od rizika srednjeg intenziteta.

**Kategorija III** obuhvaća rukavice koje su predviđene za zaštitu od teških i nepovratnih oštećenja zdravlja te za uporabu u uvjetima gdje krajnji korisnik ne može na vrijeme prepoznati potencijalne opasnosti.



Slika 21: Razvrstavanje zaštitnih rukavica u tri kategorije obzirom na opasnosti

Jedan od bitnih zahtjeva norme HRN EN 381-7:2001 (Zahtjevi za rukavice za zaštitu od motorne pile) jest veličina rukavica. [6] Ispravno odabrana veličina rukavica omogućuje sigurnost, udobnost i dobar osjet te je definirana u odnosu na opseg i dužinu šake (Tab. 7).

Tablica 7: Parametri koji određuju veličinu rukavica

Veličina rukavice		Opseg stisnute šake [mm]	Dužina ispružene šake [mm]	Maksimalna dužina rukavice [mm]
XS	6	152	160	220
S	7	178	171	230
M	8	203	182	240
L	9	229	192	250
XL	10	254	204	260
XXL	11	279	215	270

Sve rukavice trebaju biti pravilno označene i trebaju sadržavati (Sl. 22):

- Naziv i logo proizvođača
- Naziv proizvoda (modela)
- Veličinu
- Upute za uporabu
- CE znak



Slika 22: Primjer označavanja zaštitnih rukavica

U šumarstvu se koriste rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti zaštićujući šake od oštih, šiljastih i hrapavih predmeta koji mogu ubodom, rezanjem ili kidanjem uzrokovati ozljede kože i dubljeg tkiva u obliku ogrebotina, porezotina, rana, natučenja i nagnječenja. Najčešća ozljeda nastaje kao posljedica uboda oštrim predmetima, kao što su oštrice i šiljci alata i škara, odvijači, pile i drugo. Rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti najčešće se izrađuju od govede kože i to tako da je strana dlana izrađena od deblje glatke kože, a gornja strana i rukavac od tanje kože i čvrstog platna. Palac, kažiprst i vrhovi ostalih prstiju mogu biti dodatno ojačani. [7]

Rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti se ispituju prema normi HRN EN 388:2004 te su označene odgovarajućim piktogramom oblika čekića s ocjenama za četiri otpornosti kao što su habanje, presijecanje, trganje i probijanje (Tab. 8). [13] Raspon ocjena za svaku pojedinu otpornost je od 1 do 4, odnosno 5 za presijecanje.



- a - otpornost na habanje (ocjena 1 do 4)
- b - otpornost na presijecanje (ocjena 1 do 5)
- c - otpornost na trganje (ocjena od 1 do 4)
- d - otpornost na probijanje (ocjena od 1 do 4)



Slika 23: Rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti s odgovarajućim piktoqramom i ocjenama otpornosti

Tablica 8: Razina otpornosti rukavica na mehaničke opasnosti

Test otpornosti	Razina otpornosti				
	1	2	3	4	5
Habanje – broj ciklusa	100	500	2000	8000	-
Presijecanje – indeks	1,2	2,5	5,0	10,0	20,0
Trganje [N]	10	25	50	75	-
Probijanje [N]	20	60	100	150	-



Slika 24: Primjer šumarskih zaštitnih rukavica

Šumarske rukavice Sioen (Sl. 24) primjerene za obrezivanje grana, sastoje se od zaštite u predjelu unutarnjeg zapešća, elastične manšete na leđnoj strani zapešća, imaju podstavljene dlanove za zaštitu od vibracija te zaštitu od ozljeđivanja motornom pilom. Izrađene su prema normi HRN EN 381. Materijal od kojeg su izrađene je goveđa koža, dok su šavovi od aramida. Klasificiraju se u kategoriju III.

### 5.3. Zaštitna obuća radnika u šumarstvu


Zaštitna obuća je obuća koja služi za zaštitu nogu od hladnoće, padova teških predmeta na noge, uboda i rasijecanja, od sklizanja, utjecaja masti, ulja i kemikalija. U zaštitnu obuću ubrajaju se zaštitne cipele i zaštitne čizme koje su izrađene od kože, gume ili sintetičkih materijala, odnosno kombinacije navedenih materijala. Prema namjeni zaštitne obuće moguće je ugraditi i dodatnu zaštitu poput zaštitnih čeličnih kapica, neprobojnih tabanica, zaštite za pete i potkoljenice, antistatičke trake i sl. [14] Takva obuća ne smije biti teška i neudobna, odnosno mora biti oblikovana u skladu s ergonomskim standardima, odnosno zahtjevima.

Za zaštitu nogu pri radu s ručnim motornim pilama i pri drugim sličnim radnim procesima preporučuje se pored odgovarajuće sigurnosno-zaštitne obuće dodatno koristiti zaštitne potkoljenice, odnosno štitnike potkoljenice.

Prema Pravilniku o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN 39/06) poslodavac mora utvrditi vrstu obuće koja odgovara stanju na radnom mjestu uzimajući u obzir razinu rizika, učestalost izlaganja rizicima, karakteristike radnih mjesta, okolnosti, vrijeme te uvjete u kojima ih radnik mora upotrebljavati. [9] Ovisno o prethodno navedenim karakteristikama postoji cijeli niz zaštitnih mogućnosti koje osobna zaštitna oprema za zaštitu nogu i stopala može pružati svom korisniku, ali takva obuća za vrijeme rada ne smije izazvati žuljanje ili znojenje nogu, odnosno druge tegobe pri radu i kretanju. [3]

Sigurnosna obuća se također može podijeliti u razrede (Tab. 9) prema normi HRN EN ISO 17249:2013 - Sigurnosna obuća otporna na zarezivanje lančanom pilom. [15]

Tablica 9: Podjela zaštitne obuće prema razredima

<b>HRN EN ISO 17249:2013 - Sigurnosna obuća otporna na zarezivanje lančanom pilom</b>		
<b>Razred</b>	<b>Otpornost na zarezivanje lančanom pilom s brzinom</b>	<b>Simbol</b>
Razred 1	20 m/s	
Razred 2	24 m/s	
Razred 3	28 m/s	
Razred 4	32 m/s	



Za zaštitu nogu i stopala koriste se sljedeće vrste obuće:

- Sigurnosna obuća je obuća s ugrađenom zaštitnom kapicom za zaštitu prstiju za velika teretna opterećenja koja se testira energijom udara do 200 J. Ovaj tip obuće treba zadovoljiti normu HRN EN ISO 20345 – Osobna zaštitna oprema – Sigurnosna obuća. [16]
- Zaštitna obuća je obuća s ugrađenom zaštitnom kapicom za zaštitu prstiju za srednja teretna opterećenja koja se testira energijom udara do 100 J. Ovaj tip obuće treba zadovoljiti normu HRN EN ISO 20346 – Osobna zaštitna oprema – Sigurnosna obuća. [17]
- Profesionalna ili radna obuća je obuća koja nema ugrađenu zaštitnu kapicu, ali ipak sadrži jednu ili više zaštitnih komponenti. Koristi se za rad na područjima gdje je rizik od mehaničkih povreda minimalan. Ovaj tip obuće treba zadovoljiti normu HRN EN ISO 20347 – Osobna zaštitna oprema – Sigurnosna obuća. [18]

### 5.3.1. Materijali za izradu zaštitne obuće radnika u šumarstvu

Zaštitna obuća se može podijeliti u dva razreda s obzirom na materijal od kojeg se izrađuje:

**Razred I** – zaštitna obuća izrađena od kože i drugih materijala, osim obuće koja je u cijelosti izrađena od prirodnog ili sintetičkog polimera.

**Razred II** – gumena obuća (u cijelosti vulkanizirana) ili obuća izrađena od prirodnog ili sintetičkog polimera (u cijelosti brizgana).

Osnovni materijal koji se koristi za izradu zaštitne obuće za radnike koji obavljaju poslove u šumarskoj djelatnosti je visokokvalitetna prirodna koža debljine od 1,6 do 2,5 mm. Zaštitna koža je vodootporna, otporna na tekućine i habanje. Kao osnovni materijal može se koristiti i Cordura koja se, također uz kožu, koristi za pojedine dijelove obuće, gornji dio cipele ili dio oko gležnja.

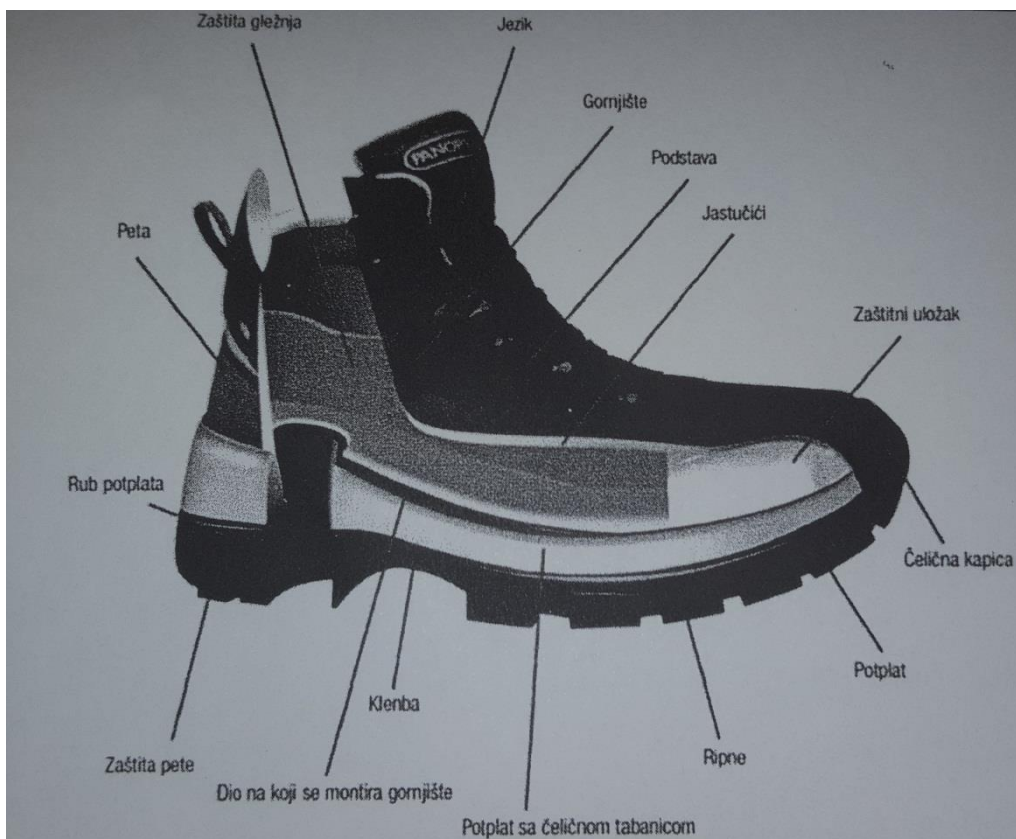
Unutarnja podstava cipele mora biti posebno čvrsta i prozirna. Kao osnovni materijali za izradu zaštitne obuće koriste se:

- Prirodna koža

- Poliamid
- Vodonepropusne i paropropusne membrane koje omogućavaju normalno disanje stopala
- Specijalne vrste materijala

Uložene i temeljne tabanice izrađuju se od prirodnog materijala ili od umjetnih materijala što ovisi o uvjetima koje postavlja korisnik. Potplat se sastoji od unutarnjeg otpornog uložka i vanjskog sloja. Vanjski sloj trebao bi moći apsorbirati šok i biti otporan na habanje i proklizavanje. Ujedno mora uzdužno biti jedanke debljine te imati veliku čvrstoću, mora biti antistatičan te otporan na ulje i benzin. Otporni uložak je u direktnom kontaktu sa stopalom i neophodan je kod svih zaštitnih i sigurnosnih cipela osim kod gumenih čizama. On mora biti tako ugrađen da ga je nemoguće izvaditi. Potplat može biti izrađen od gume, poliuretana i kombinacije guma. Zaštitna kapica, obično je napravljena od čelika, ali može biti izrađena i od plastike ili aluminija. Stražnja kapica mora u predjelu pete pružati čvrstu bočnu potporu.

[14]



Slika 25: Sastavni dijelovi zaštitne cipele



Slika 26: 3D prikaz stopala u zaštitnoj cipeli šumarskog radnika



Slika 27: Prikaz zaštitne cipele prilagođen krajnjem korisniku



Slika 28: Primjer zaštitne obuće radnika u šumarstvu

Zaštitne cipele Protector Alpin HAIX (Sl. 28) su vrhunska šumarska obuća za zahtjevne terene. Gornji dio cipele sastoji se od kvalitetne nabuk kože debljine 2,2 – 3,0 mm, kevlar materijala koji ima zaštitu od prezeza lancem 28 m/s po cijeloj površini, što ujedno spada u razred 3. Podloga se sastoji od četiri sloja gore-tex materijala koji je ekstremno otporan na habanje. Podloga u gornjem dijelu omogućuje optimalnu udobnost pri intenzivnoj, svakodnevnoj uporabi. Međupotplat je od umjetne mase za povećanu stabilnost i ravnomjerniju podjelu točaka pritiska. Sastavni dio ovih cipela su čelični potplat i čelična kapica te vezice koje ne upijaju vodu.

#### 5.4. Zaštitna kaciga radnika u šumarstvu

Tijekom obavljanja različitih poslova prisutne su razne opasnosti od ozljede glave pa tako i u šumarstvu gdje postoji najveći rizik od padajućih ili letećih predmeta, udara glavom o oštre ili tupe predmete te doticaj s gibajućim ili rotirajućim dijelovima strojeva i naprava. Konkretno u šumarstvu zaštitne kacige se moraju primjeniti pri rezanju, izvlačenju i slaganju trupaca, ali i u drugim radnim procesima.

Svi dijelovi (Sl. 29) koji čine zaštitnu kacigu trebaju biti takvi da u slučaju nezgode ne mogu ozlijediti radnika. Na unutrašnjoj strani kacige ne smije biti metalnih ili drugih tvrdih izbočina niti oštih rubova da se izbjegnu moguće ozljede pri deformaciji školjke.

Zaštitna kaciga mora dobro i čvrsto obuhvatiti glavu bez obzira na položaj i kretanje radnika. Po obodu košare stoga mora biti sustav, čiji dio je okoglavna traka, koji radniku pruža mogućnost podešavanja i namještanja kacige prema veličini njegove glave. [3]

Za rad u šumarstvu koriste se industrijske zaštitne kacige prema normi HRN EN 397:2013 – Industrijske zaštitne kacige. [19] Svaka kaciga prilikom testiranja prema ovoj normi mora zadovoljavati osnovne i dodatne zahtjeve.

Osnovni zahtjevi prema normi HRN EN 397:2013 su:

- Apsorpcija udaraca
- Otpornost na probijanje
- Otpornost na zapaljivost
- Pričvršćavanje podbradnog remena

Posebni zahtjevi prema normi HRN EN 397:2013 su:

- Vrlo niske temperature
- Vrlo visoke temperature
- Električna izolativnost
- Postojanost na bočne sile
- Zaštita od rastaljenog metala

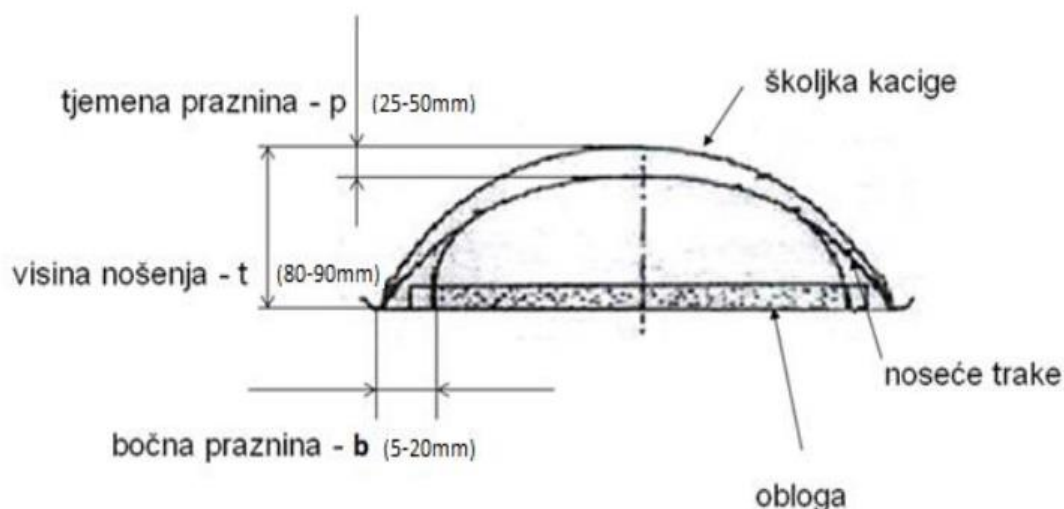
Materijali od kojih se izrađuju kacige su termoplasti i duroplasti (Tab. 10).

Tablica 10: Materijali od kojih se izrađuju zaštitne kacige

Termoplasti	Duroplasti
ABS – poliakrilnitril	GP-UP – poliester
PA – poliamid	SF-PF – fenol
PC – polikarbonat	
PE – polietilen	

Dodaci kaciga šumarskih radnika su:

- Podbradni remen za pričvršćivanje uz glavu
- Štitnik za potiljak
- Naprava za pričvršćivanje naušnika
- Naprava za pričvršćivanje štitnika za oči i lice
- Naprava za pričvršćivanje svjetiljke i kabela



Slika 29: Prikaz presjeka kacige

Prema normi HRN EN 397:2013 svaka proizvedena kaciga mora sadržavati sljedeće oznake:

- Postojeći broj europskog standarda
- Ime ili identifikacijska oznaka proizvođača
- Datum ili tromjesečje i godina proizvodnje

- Tip kacige
- Veličina ili raspon veličine



Slika 30: Primjer kacige radnika u šumarstvu

Šumarska kaciga Protos Integral Arborist (Sl. 30) je revolucionarna kaciga sa integriranom zaštitom glave, lica i sluha koja postavlja nova mjerila sigurnosti i udobnosti prilikom rada u šumi. Ova kaciga pruža veću sigurnost korištenjem preklopnog vizira sa širokim vidnim poljem, uočljive je boje radi bolje vidljivosti, ima integrirane antifone za zaštitu sluha koji se mogu skinuti te zadovoljava norme HRN EN 397:2013 – Industrijske zaštitne kacige [19], HRN EN 352-3:2004 – Štitnici sluha [20] i HRN EN 1731:2008 – Osobna zaštita očiju – mrežasti štitnici za oči i lice [21]. Ova kaciga je udobnija zbog inteligentnog sistema prozračivanja, izmjenjive perive obloge koja ublažava udarce i upija znoj, zbog patentiranog sistema pričvršćivanja klikom na tri točke te je jednostavno podesiva na veličinu za savršeno prilagođavanja glavi. Funkcionalnija je za razliku od klasičnih zaštitnih kaciga jer sadži mrežicu vizira sa 16 ili 39 rupica po cm<sup>2</sup>, ima podesivi opseg od 54 do 62 cm, rok upotrebe joj

je tri godine za radnike koji obavljaju poslove u šumarskoj djelatnosti i ima veliki izbor dodatne opreme (remeni za bradu, zaštita vrata od kiše i dr.).



## 6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

U priloženom radu opisana je osobna zaštitna oprema radnika koji obavljaju poslove šumrske djelatnosti s osvrtom na materijala od kojih se ista proizvode. Posebno su navedeni proizvodni i konstrukcijski parametri pomoću kojih je ta zaštitna oprema izrađena. S obzirom da radnik većinu dana provede u radnoj odjeći i obuci važno je da se zadovolje zahtjevi koji su propisani normama te da se za izradu koriste suvremeni visokokvalitetni materijali i suvremena tehnologija izrade.

Za zaštitnu opremu u šumarstvu izuzetno je važno da se proizvede od kvalitetnih materijala kako ne bi došlo do presijecanja iste te do ozljeđivanja radnika koji obavlja radni zadatak. Opisani materijali su jedni od najkvalitetnijih za izradu, stoga je bitno da se radna odjeća proizvodi od poliamidnog vlakna koje je izuzetno čvrsto, elastično i otporno na habanje. Kod zaštitnih hlača bitno je naglasiti da sadrže pojačanje u predjelu koljena i gležnjeva koje štiti od mogućeg presijecanja. Pojačani dijelovi hlača sastoje se od nekoliko slojeva poliamidne pređe koja sprječava da lanac motorne pile probije materijal na način da se vlakna poliamida upletu u lanac te tako zaustavljaju sam rad motorne pile.

Kod zaštitnih rukavica vrlo je bitno da su ergonomski prilagođene te da su izrađene od goveđe kože i aramidnog vlakna. Ovi materijali su se pokazali najkvalitetnijima jer se ističu specijalnom čvrstoćom. Mehaničke rukavice koje se koriste u šumarstvu su pojačane na predjelu dlanova, palca, kažiprsta i vrhova prstiju kako bi radnika zaštitile od vibracija, oštih, šiljastih i hrapavih predmeta koji mogu na razne načine ozljediti radnika.

Da bi se kod šumarskog radnika zaštitila noga i stopalo potrebno je koristiti zaštitne cipele koje su izrađene od visokokvalitetne prirodne kože, poliamidnih i aramidnih vlakana. Međutim, sami materijali nisu dovoljni za kvalitetnu zaštitu pa je potrebno dodatno u obuću ugraditi zaštitnu kapicu. Zaštitna kapica se pretežno izrađuje od čelika te se stavlja na prednji i stražni dio cipele kako bi pružala zaštitu i čvrstu potpou.

Za zaštitu glave je važno da se zaštitne kacige izrađuju od odgovarajućih materijala, tj. od termoplasta i duroplasta kako bi pružale sigurnost i otpornost na probijanje te apsorbirale udarce. Termoplasti i duroplasti su materijali izrađeni od sintetskih polimera i kao takvi pružaju odgovarajuću zaštitu radniku.

Za poslodavca je izuzetno važno predviđanje apsolutno svih mogućnosti smanjenja rizika te da stoga sukladno Zakonu o zaštiti na radu [8], uz primjenu propisa, nadzire provođenje i učinkovitost osobne zaštitne opreme. Pod ovim se podrazumijeva da je poslodavac dužan svim svojim radnicima osigurati ispravnu osobnu zaštitnu opremu i porinuti se da ju radnici redovito koriste. Sigurni uvjeti rada kao i sigurni radni postupci postižu se isključivo na temelju općih načela zaštite zdravlja i sigurnosti pri radu.

## 7. LITERATURA

- [1] Čunko R., Andrassy M.: Vlakna, Zrinski d.d., Zagreb, 2005., UDK 953-155-089-1
- [2] Čunko R., Friščić V.: Tekstilna vlakna, Modus, Zagreb, 2001., ISBN 953-98666-2-6
- [3] Horvat J., Regent A.: Osobna zaštitna oprema, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009., ISBN 978-953-6911-43-1
- [4] Pejnović N., Bubaš M., Krišto D., Mihalina Bolanča M., Škrebilin J.: Zaštitna odjeća, Zbornik radova 5. Međunarodni stručno-znanstveni skup Zaštita na radu i zaštita zdravlja, 17.-20.09.2014., Veleučilište u Karlovcu, 2014., ISSN 1848-5731
- [5] HRN EN 510:2001: Specifikacija za zaštitnu odjeću za primjenu na mjestima gdje postoji opasnost od zahvaćanja pokretnim dijelovima, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_09\\_110\\_2825.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_09_110_2825.html), pristupljeno 24.08.2016.
- [6] HRN EN 381: Zaštitna odjeća za radnike koji rukuju motornim pilama, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_09\\_110\\_2825.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_09_110_2825.html), pristupljeno 24.08.2016.
- [7] Pejnović N., Bogadi-Šare A.: Osobna zaštitna sredstva za zaštitu ruku, Sigurnost, 53 (2011.), 4, 357-370
- [8] Zakon o zaštiti na radu (NN 71/2014), <http://www.zakon.hr/z/167/Zakon-o-za%C5%A1titi-na-radu>, pristupljeno 25.08.2016.
- [9] Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava (NN 100/04), [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006\\_04\\_39\\_958.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2006_04_39_958.html), pristupljeno 25.08.2016.
- [10] HRN EN 420:2004: Zaštitne rukavice, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_09\\_110\\_2825.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_09_110_2825.html), pristupljeno 25.08.2016.
- [11] Direktiva vijeća 88/686/EEZ
- [12] Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (NN 20/10), [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_07\\_89\\_2531.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_07_89_2531.html), pristupljeno 27.08.2016.
- [13] HRN EN 388:2004: Rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_09\\_110\\_2825.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_09_110_2825.html), pristupljeno 27.08.2016.

[14] Hursa Šajatović A., Rogale D., Dragčević Z.: Zaštitna obuća – vrste, kriteriji odabira i tehnologija izrade, Zbornik radova 5. Međunarodni stručno-znanstveni skup Zaštita na radu i zaštita zdravlja, 17.-20.09.2014., Veleučilište u Karlovcu, 2014., ISSN 1848-5731

[15] HRN EN ISO 17249:2013: Sigurnosna obuća otporna na zarezivanje lančanom pilom, <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2F51ab863e2feef8fec1256d4a00370fd8%2F71ab8bdce0342967c1257a6f0046ea7b%3FOpenDocument%26AutoFramed>, pristupljeno 27.08.2016.

[16] HRN EN ISO 20345:2012: Osobna zaštitna oprema – Sigurnosna obuća, <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2F6dfc97f070869638c12577300047900a%3FOpenDocument%26AutoFramed>, pristupljeno 27.08.2016.

[17] HRN EN ISO 20346:2014: Osobna zaštitna oprema – Zaštitna obuća, <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2F51ab863e2feef8fec1256d4a00370fd8%2Feee0b7e1fbce9aa4c1257afb00497423%3FOpenDocument%26AutoFramed>, pristupljeno 27.08.2016.

[18] HRN EN ISO 20347:2012: Osobna zaštitna oprema – Radna obuća, <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2F1c6f61eebb022aeac125773000483b44%3FOpenDocument%26AutoFramed>, pristupljeno 27.08.2016.

[19] HRN EN 397:2013: Industrijske zaštitne kacige, <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2F4696c134139dc18bc1257ada004d83cd%3FOpenDocument%26AutoFramed>, pristupljeno 27.08.2016.

[20] HRN EN 352-3:2004: Štitnici sluha, [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_09\\_110\\_2825.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_09_110_2825.html), pristupljeno 01.09.2016.

[21] HRN EN 1731:2008: Osobna zaštita očiju – Mrežasti štitnici za oči i lice, <http://31.45.242.218/HZN/Todb.nsf/wFrameset2?OpenFrameSet&Frame=Down&Src=%2FHZN%2FTodb.nsf%2Fcd07510acb630f47c1256d2c006ec863%2F8be81e6858269be9c12573a60043d692%3FOpenDocument%26AutoFramed>, pristupljeno 01.09.2016.

## POPIS SLIKA

<b>Slika</b>	<b>Stranica</b>
Slika 1: Izgled celuloznog vlakna pod mikroskopom	10
Slika 2: Izgled viskoznog vlakna pod mikroskopom	11
Slika 3: Izgled modalnog vlakna pod mikroskopom – poprečni presjek	12
Slika 4: Izgled bakrenog vlakna pod mikroskopom	12
Slika 5: Izgled liocelnog vlakna pod mikroskopom	13
Slika 6: Izgled acetatnog vlakna pod mikroskopom	14
Slika 7: Izgled gumenog vlakna pod mikroskopom	14
Slika 8: Izgled poliesterskih vlakana različite morfologije pod mikroskopom	16
Slika 9: Izgled profiliranog poliamidnog vlakna pod mikroskopom	17
Slika 10: Izgled aramidnog vlakna pod mikroskopom	17
Slika 11: Primjer tekstilnog materijala Kevlar	18
Slika 12: Izgled akrilnog vlakna pod mikroskopom	18
Slika 13: Izgled elastanskog vlakna pod mikroskopom	19
Slika 14: Specificirana površina zaštite za gornji dio tijela	24
Slika 15: Piktogram zaštite pri radu s motornom pilom	25
Slika 16: Primjer šumarske jakne Sioen	26
Slika 17: Tekstilni materijal Cordura	27
Slika 18: Tekstilni materijal Coolmax	28
Slika 19: Specificirana površina zaštite za donji dio tijela	29
Slika 20: Primjer šumarskih hlača Sioen	29
Slika 21: Razvrstavanje zaštitnih rukavica u tri kategorije obzirom na opasnosti	32
Slika 22: Primjer označavanja zaštitnih rukavica	34
Slika 23: Rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti s odgovarajućim piktogramom i ocjenama otpornosti	35
Slika 24: Primjer šumarskih zaštitnih rukavica	35
Slika 25: Sastavni dijelovi zaštitne cipele	39
Slika 26: 3D prikaz stopala u zaštitnoj cipeli šumarskog radnika	40
Slika 27: Prikaz zaštitne cipele prilagođen krajnjem korisniku	40
Slika 28: Primjer zaštitne obuće radnika u šumarstvu	41
	51

Slika 29: Prikaz presjeka kacige	43
Slika 30: Primjer kacige radnika u šumarstvu	44

## POPIS TABLICA

<b>Tablica</b>	<b>Stranica</b>
Tablica 1: Duljine pojedinih vrsta vlakana	4
Tablica 2: Razvrstavanje tekstilnih vlakana prema finoći	5
Tablica 3: Promjer i duljinska masa pojedinih vrsta prirodnih vlakana	5
Tablica 4: Čvrstoća vlakana u normalnim uvjetima	6
Tablica 5: Nazivi i kratice umjetnih vlakana	9
Tablica 6: Usporedba svojstava nekih sintetskih vlakana	20
Tablica 7: Parametri koji određuju veličinu rukavica	33
Tablica 8: Razina otpornosti rukavica na mehaničke opasnosti	35
Tablica 9: Podjela zaštitne obuće prema razredima	37
Tablica 10: Materijali od kojih se izrađuju zaštitne kacige	43