

# SVOJSTVA MATERIJALA ZAŠTITNE OPREME U SKLADIŠTU

---

Šibenik, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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:128:204116>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-24**



**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 REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Petra Šibenik

# **SVOJSTVA MATERIJALA ZAŠTITNE OPREME U SKLADIŠTU**

Završni rad

Karlovac, 2021.

Karlovac University of Applied Sciences Safety and  
Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Petra Šibenik

**STORAGE SAFETY EQUIPMENT  
MATERIAL PROPERTIES**

Final paper

Karlovac, 2021.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Petra Šibenik

# **SVOJSTVA MATERIJALA ZAŠTITNE OPREME U SKLADIŠTU**

Završni rad

Mentor:

Dr. sc. Snježana Kirin, prof.v.š.

Karlovac, 2021.



**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**  
Karlovac University  
of Applied Sciences



## **VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Sigurnost i zaštita, Karlovac, 2021.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Student: Petra Šibenik

Matični broj: 0416614038

Naslov: Svojstva materijala zaštitne opreme u skladištu

Opis zadatka: Cilj ovog završnog rada je ukratko opisati svojstva materijala od kojih se izrađuje zaštitna oprema za radnike koji obavljaju razne poslove u skladištu. Uporabom kvalitetne opreme dolazi do smanjenja ozljeda na radu, a samim tim i do poboljšanog radnog učinka.

Zadatak zadan:  
7/2021.

Rok predaje rada:  
10/2021.

Predviđeni datum obrane:  
10/2021.

Mentor:  
Dr. sc. Snježana Kirin, prof.v.š.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:  
Lidija Jakšić, mag.ing.cheming

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se svojoj mentorici dr. sc. Snježani Kirin, prof.v.š. na savjetima i stručnoj pomoći pri izradi završnog rada koja mi je svojim nesebičnim savjetima pomogla da što jednostavnije i lakše napišem ovaj rad.

Zahvaljujem se svojim i kolegama na lijepo provedenim studentskim danima i na podršci koju su mi pružali tijekom studiranja i pisanja ovog rada.

I na kraju hvala mojoj obitelji koja mi je svojom nesebičnom podrškom i razumijevanjem kroz cijelo moje školovanje bila najveća podrška i omogućili mi da ostvarim svoj cilj.

## **SAŽETAK**

U završnom radu na temu „Svojstva materijala zaštitne opreme u skladištu“ opisan je razvoj tekstila, svojstva, strukturu i sastav tkanina koje se koriste za izradu zaštitne opreme u skladištu, te ulogu i funkcionalnost zaštitnih odjela kako bi se spriječile ozljede radnika. Zaštita radnika i sprečavanja ozljeda u skladištu ovisi o prikladnoj zaštitnoj odjeći, karakteristikama materijala od kojih je izrađena, o načinu izrade, ali i o odgovornom ponašanju pojedinaca i držanju uputa iz Pravilnika o zaštiti na radom mjestu.

Ključne riječi: svojstva materijala, zaštitna odjeća, inteligentna odjeća, zaštita na radu, opasnosti.

## **SUMMARY**

This final thesis, titled "Storage safety equipment material properties", describe the development of textiles, the structure and composition of fabrics used in production of storage safety equipment, as well as the role and functionality of protective wear in order to prevent work-related injuries. Workers' protection and prevention of hazards in storage environment depend on adequate protective clothes, the characteristics of materials used to produce said clothes, the way in which they are produced, as well as responsible behavior of individuals and keeping in line with instructions set out in the Workplace safety manual.

Key words: material properties, protective clothing, intelligent clothing, safety at work, hazards.

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. NORME ZA IZRADU ZAŠTITNE ODJEĆE .....	3
2.1. Opće norme za zaštitnu odjeću i obuću .....	6
3. OPĆENITO O TEHNIČKOM TEKSTILU .....	10
3.1 Povijesni razvoj tekstila .....	12
3.2 Tijek i razvoj vlakana .....	13
3.3 Kompozitni materijali .....	15
3.4 Prirodna vlakna .....	16
3.4.1 Biljna vlakna .....	16
3.4.2 Životinjska vlakna .....	18
3.4.3 Mineralna vlakna .....	19
3.5 Umjetna vlakna .....	20
3.5.1 Umjetna vlakna od prirodnih polimera .....	21
3.5.2 Umjetna vlakna od sintetskih polimera .....	22
3.6 Mikrovlakna .....	23
3.7 Nanovlakna .....	25
3.8 Svojstva vlakana .....	26
3.9 Struktura niti .....	28
4. ULOGA ZAŠTITNE ODJEĆE U SKLADIŠTU .....	30
5. TKANINE ZA ZAŠTITNU ODJEĆU .....	32
5.1 Materijali za zaštitnu odjeću u skladištu .....	32
5.1.1 Radne hlače .....	34
5.2 Fluorescentni materijali .....	37
5.2.1 Fluorescentni prsluk .....	39
5.3 Zaštitne rukavice .....	41
5.4. Zaštitne cipele .....	44
6. PAMETNE TKANINE .....	48
7. RASPRAVA I ZAKLJUČAK .....	52
8. LITERATURA .....	54
9. PRILOZI .....	56
9.1 Popis slika .....	56
9.2 Popis tablica .....	57



# 1. UVOD

Ljudsko tijelo je oduvijek bilo izloženo raznim opasnostima te se koristilo adekvatnom zaštitom, odjećom i obućom. Koliku zaštitu daje odjeća uglavnom ovisi od karakteristika materijala od kojih je izrađena kao i od načina izrade odjeće. Zaštitna odjeća ima namjenu pružiti radniku sigurnost. Najsigurnija i najzdravija zaštitna odjela za očuvanje ljudske kože su odjela rađena od tkanine. U posljednje vrijeme sve više se koriste novi materijali prilagođeni obradi i dozvoljenim parametrima da bi se dobila ciljana svojstva. Neudobna odjeća koja sirovinskim sastavom i dizajnom nije prilagođena radnim uvjetima može uzrokovati dodatne ozljede na radu.

Prema Pravilniku o uporabi osobnih zaštitnih sredstava poslodavac treba odrediti vrstu odjeće koja odgovara uvjetima na pojedinom radnom mjestu u skladištu i zadovoljiti normama propisane uvjete kvalitete odjevnog predmeta, udobnost odjeće s obzirom na uvjete okoline u kojoj je zaštitna odjeća potrebna. Zaštitna odjeća pored osiguranja visoke razine zaštite mora imati mogućnost lakog održavanja.

## 1.1. Predmet i cilj rada

Predmet i cilj završnog rada pod nazivom „Svojstva materijala zaštitne opremu u skladištu“ je prikazati svojstva i karakteristike materijala koji se upotrebljava za izradu zaštitne odjeće i obuće u skladištu.

Važno je objasniti vrste materijala i kako su nastali da bi se izradila kvalitetna i ergonomski prihvatljiva zaštitna odjeća, te najbolji način zaštiti radnike od opasnosti i rizika kojima su izloženi na radnim mjestima.

Cilj ovog rada je i ukratko napraviti osvrt na pametne (inteligentne) materijale koji su nastali tijekom razvitka znanosti i tekstilne industrije za proizvodnju pametne odjeće.

## **1.2. Izvor podataka i metodologija rada**

Tijekom izrade ovog završnog rada korištena je stručna literatura o tekstilnim materijalima, stručni članski na internetskim stranicama, Pravilnici i stečeno znanje na predavanjima tijekom studiranja. Dio navoda iz literature koji je napisan u radu prenesen je prema pisanju različitih autora što je označeno u literaturi.

Za izradu ovog rada korištena je metoda prikupljanja i proučavanja dostupne literature i dokumentacije te analiziranje, povezivanje i objedinjavanje istih u jedan rad.

## 2. NORME ZA IZRADU ZAŠTITNE ODJEĆE

Zaštitna odjeća je osobna zaštitna oprema koja štiti ljudsko tijelo od štetnih utjecaja. Norme za zaštitnu odjeću definiraju odjeću koja pokriva ili zamjenjuje osobnu odjeću. Zaštitna odjeća treba pružiti zaštitu od rizika koji mogu ugroziti sigurnost i zdravlje radnika na radnim mjestima.[1]

Zaštitna odjeća mora ispunjavati najviše sigurnosne standarde i biti u skladu sa zahtjevima radne okoline u kojoj se koristi i ovisno o poslu koji se obavlja. Osnovna podjela odnosi se na glavna svojstva koja ispunjava pri zaštiti tijela, a to su:

1. zaštitna odjeća za zaštitu od mehaničkih opasnosti,
2. zaštitna odjeća za zaštitu od topline i vatre,
3. zaštitna odjeća za zaštitu pri zavarivanju i srodnim procesima,
4. zaštitna odjeća za zaštitu od statičkog elektriciteta,
5. zaštitna odjeća za zaštitu od kiše i hladnoće,
6. zaštitna odjeća za zaštitu pri smanjenoj vidljivosti,
7. zaštitna odjeća za zaštitu od kemijski štetnosti i opasnosti. [2]

Zahtjevi koje mora ispuniti zaštitna odjeća su:

- potpuno pokrivanje druge odjeće,
- pritanjanje uz tijelo,
- glatka vanjska površina odjeće bez istaknutih nabora, džepova i vanjskih šavova.

Odjeća mora prekrivati u potpunosti površinu tijela pri čemu krajevi rukava i nogavica moraju biti tijesno pripijeni uz tijelo radnika i primjereni proporcijama tijela. Dvodijelni kompleti trebaju se nositi skupa, a veličina mora biti u skladu s konstrukcijom tijela tako da pri izvođenju raznih djelatnosti ne smije doći do raspora između jakne i hlača.



Slika 1. Radni kombinezon, jakna i hlače

Vanjska površina odjeće mora biti glatka, bez našivenih elemenata pri čemu svi šavovi spojnih dijelova moraju biti usmjereni prema unutra. Označavanje odjeće mora biti u skladu s zahtjevima norme pri čemu pripadajuće oznake i piktogrami moraju biti pričvršćeni tako da ne dovode u opasnost život radnika.<sup>1</sup>

Osnovni zdravstveni i ergonomske zahtjevi za zaštitnu odjeću i opremu prema su: neškodljivost, dizajn udobnost, općenito i specifično označavanje odjeće.

- a) Neškodljivost: Zaštitna odjeća treba biti izrađena od materijala kao što su tekstil, koža, guma, plastika i drugi koji su dokazano kemijski prikladni. Materijali od kojih je izrađena odjeća ne smiju za vrijeme uporabe propuštati supstance za koje je poznato da su otrovne, alergene, reproduktivno toksične ili na drugi način štetne.
- b) Dizajn: Odjeća treba biti dizajnirana tako da što bolje prati dimenzije i oblik tijela radnika. Dizajn zaštitne odjeće mora osigurati da prilikom kretnji

---

<sup>1</sup> Zaštitna-odjeća.pdf (hzzsr.hr)

korisnika, niti jedan dio tijela nije ne smije ostati nepokriven (npr. prilikom podizanja ruku, jakna se ne smije dizati iznad struka i ostaviti leđa i trbuh bez zaštite) te da postoji odgovarajuće preklapanje dijelova odjeće.

- c) Udobnost: Ukoliko odjeća djelatnika previše preopterećuje, takav dojam se najčešće izražava pojmovima neudobnosti, a to su: pretoplo, prehladno, prekruto, prevlažno. Zaštitna odjeća mora imati osobinu elastičnosti te osiguravati udobnost pri kretanju i treba biti dizajnirana na način da osigura elastičnost na tim točkama i ne smije imati oštru, grubu ili tvrdu površinu koja izaziva iritaciju ili ozljedu korisnika.
- d) Općenito i specifično označavanje odjeće: Zaštitna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine koja je temeljena na tjelesnim dimenzijama mjerenim u centimetrima. Oznake veličine pojedinih dijelova odjeće moraju sadržavati barem dvije kontrolne dimenzije. Pored obveznih kontrolnih dimenzija mogu se napraviti i dodatne izmjere (dužina rukava, dužina nogavica). Sve navedeno u vezi dimenzija mora se naznačiti na uputama s unutrašnje strane odjeće.[1]

Deklariranje ili označavanje odjeće za zaštitu ljudskog tijela je stavljanje pisanih oznaka, prikaza ili simbola koji se odnose na osobnu zaštitu, a uključuje sljedeće:

- oznaku,
- veličinu,
- obilježja materijala i odijela,
- simbole za održavanje,
- područja uporabe,
- pravilnu uporabu,
- ograničenja kod uporabe,
- skladištenje,
- uništavanje poslije uporabe.[1]

## 2.1. Opće norme za zaštitnu odjeću i obuću

Sve norme moraju biti u skladu s međunarodnim ugovorima. Ugovori obvezuju Republiku Hrvatsku da pri izradbi hrvatskih norma moraju uzimati u obzir međunarodne norme, europske norme i nacionalne norme drugih država. Hrvatska norma treba biti dostupna i označava se pisanom oznakom HRN.

U katalog Hrvatskih norma nalaze se općenite norme za zaštitnu odjeću a to su:

Opći zahtjevi (ISO 13688:2013; EN ISO 13688:2013) za zaštitnu odjeću nalazi se u Hrvatskom normativnom dokumentu. ISO 13688: 2012 navodi sve opće zahtjeve zaštitne odjeće za dizajniranje za ergonomiju, bezazlenost, označavanje veličine, starenje, kompatibilnost i označavanje zaštitne odjeće te podatke koje proizvođač mora dostaviti sa zaštitnom odjećom i ima uporabu u kombinaciji s drugim standardima koji sadrže zahtjeve za specifične zaštitne zahtjeve.<sup>2</sup>

U skladištima zbog velikog i hladnog prostora potrebno je zaštititi radnike i zaštitnu odjeću dizajnirati za niske temperature. Norma za dizajniranje zaštitne odjeće koja štiti od hladnoće je opća norma za zaštitu od hladne okoline.

HRN EN 14058:2017 je norma za odjevne predmete za zaštitu od hladne okoline (EN 14058:2017). Ovaj europski standard utvrđuje zahtjeve i metode ispitivanja za izvedbu odjeće za zaštitu od utjecaja hladnog okruženja iznad -5 °C. Ti učinci ne uključuju samo niske temperature zraka, već i vlažnost i brzinu zraka.<sup>3</sup>

Fluorescentni materijali utječu na povećanje sigurnosti i koriste se gdje je potrebna visoka uočljivost osoba. Fluorescentni prsluci su obavezni u radu u skladištu, a naročito noću kad je smanjena vidljivost.

Hrvatski normativni dokument HRN EN ISO 20471:2013/A1:2016<sup>4</sup> je dokument o upozoravajućoj odjeći koja mora biti uočljiva s velike udaljenosti.

---

<sup>2</sup> HRN EN ISO 13688:2013 / Hrvatski normativni dokument / HRN4You - Hrvatski zavod za norme (hzn.hr)

<sup>3</sup> HRN EN 14058:2017 / Hrvatski normativni dokument / HRN4You - Hrvatski zavod za norme (hzn.hr)

<sup>4</sup> HRN EN ISO 20471:2013/A1:2016 / Hrvatski normativni dokument / HRN4You - Hrvatski zavod za norme (hzn.hr)

Rad u skladištu iziskuje rad sa zaštitnim rukavicama koje imaju svrhu zaštititi ruke od raznih opasnosti, a ponajviše mehaničkih. Poslodavci su dužni osigurati radnicima zaštitne rukavice koje ispunjavaju opće norme o zaštiti.

HRN EN 388:2003 je norma za zaštitne rukavice od mehaničkih opasnosti (EN 388:1994) koja se nalazi u Hrvatskom normativnom dokumentu.<sup>5</sup>

Zbog sigurnosti radnika zaštitna i radnu obuća štiti stopala od padova teških predmeta, udara i drugih opasni te je na radnom mjestu skladištara obavezno nositi zaštitnu obuću koja ispunjava sve zahtjeve.

HRN EN ISO 20346:2014 je norma za osobnu zaštitnu opremu, tj norma za zaštitnu obuću (ISO 20346:2014; EN ISO 20346:2014).<sup>6</sup> Obuća ima opću namjenu, pa osim mehaničkih rizika štiti od klizanja, topline, hladnoće i mora biti ergonomski oblikovana.

Opći ciljevi normizacije su:

- povećanje razine sigurnosti proizvoda, čuvanje zdravlja i života ljudi, zaštita okoliša,
- promicanje kakvoće proizvoda, procesa i usluga,
- osiguranje svrsishodne uporabe rada, materijala i energije,
- poboljšanje proizvodne učinkovitosti, ograničenje raznolikosti, osiguranje spojivosti i zamjenjivosti,
- otklanjanje tehničkih zapreka u međunarodnoj trgovini.<sup>7</sup>

U normi su sadržani i piktogrami, kao i sve odgovarajuće norme koje se primjenjuju kod odabira i upotrebe zaštitne odjeće i opreme.[3]















---

<sup>5</sup> HRN EN 388:2003 / Hrvatski normativni dokument / HRN4You - Hrvatski zavod za norme (hzn.hr)

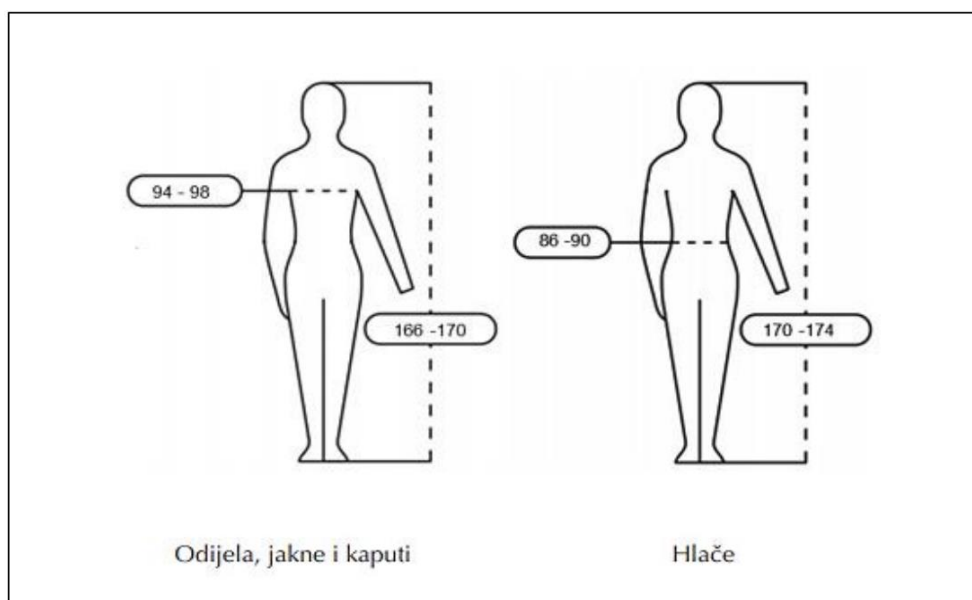
<sup>6</sup> HRN EN ISO 20346:2014 / Hrvatski normativni dokument / HRN4You - Hrvatski zavod za norme (hzn.hr)

<sup>7</sup> 80 28.06.2013 Zakon o normizaciji (hzn.hr)

Tablica 1. Piktogrami za zaštitnu odjeću i područje zaštite

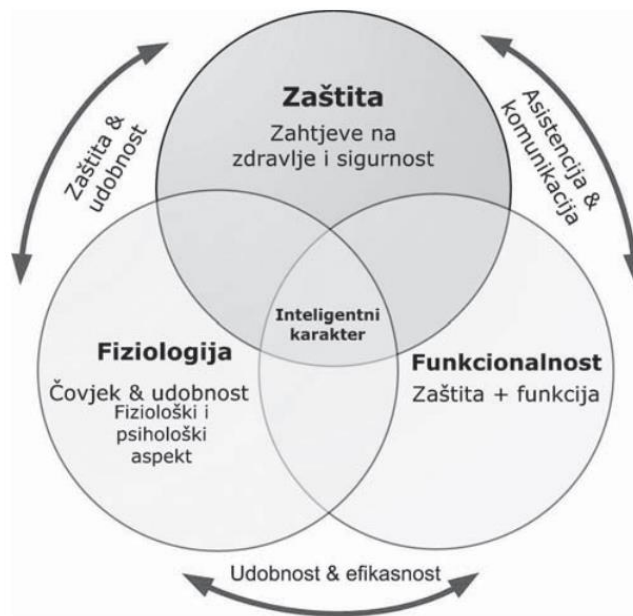
Piktogram	Područje zaštite	Piktogram	Područje zaštite
	Zaštita od zahvaćanja pokretnim dijelovima		Zaštita od posjekotina i uboda ručnim nožem
	Zaštita od hladnoće		Zaštita od radioaktivne kontaminacije
	Zaštita od kiše		Zaštita od mikroorganizama
	Zaštita od kemikalija		Zaštitna odjeća za vatrogasce
	Zaštita od statičkog elektriciteta		Upozoravajuća odjeća visoke uočljivosti
	Zaštita pri radu s motornom pilom		Odjeća za zaštitu pri radu s mlazom abraziva
	Zaštita od topline i plamena		Zaštitna odjeća (oprema) za vozače motocikla

Zaštitna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine koja je temeljena na tjelesnim dimenzijama mjenim u centimetrima, a to su tjelesna visina, opseg grudi i opseg struka što se vidi na slici.



Slika 2. Primjeri označavanja veličine zaštitne odjeće [1]





Slika 3. Multidisciplinarni pristup projektiranju funkcionalne zaštitne odjeće [4]

Kod projektiranja zaštitne odjeće, obuće i opreme potrebno je ispuniti uvjete postavljene normama, pa pažnju treba obratiti na funkcionalni dizajn zaštitne odjeće, ergonomiju, odabir prikladnih materijala.

### 3. OPĆENITO O TEHNIČKOM TEKSTILU

Tekstil je skupni naziv za raznovrsne linearne, plošne i trodimenzionalne tekstilne materijale i proizvode od tekstilnih vlakana, a to su vlakna, tkanine, pletiva, mreže, odjeća. Tekstil mora zadovoljavati udobnosti u različitim prostornim, klimatskim i meteorološkim uvjetima, fizičkim aktivnostima, te mora udovoljavati zahtjevima za ekološkom kvalitetom, što znači da ne smije biti škodljiv za ljudsko zdravlje. Tehnički tekstil se počeo razvijati početkom XX. stoljeća proizvodnjom umjetnih celuloznih vlakana, a intenzivan razvoj uslijedio je 1970.-ih godina zahvaljujući proizvodnji novih sintetičkih vlakana te razvoju tehnologije i znanosti o materijalima. Danas su u izradbi tehničkoga tekstila zastupljene gotovo sve vrste vlakana. Posebno značenje imaju visokoučinkovita sintetička vlakna koja su omogućila uporabu tekstila u zahtjevnim i rizičnim područjima (Hightech). Globalno tržište u stalnom je rastu, a širi se i njegovo područje primjene. [5]

Podaci o svojstvima tekstilnih proizvoda (sirovinski sastav, odjevna veličina, postojanost boje, stabilnosti dimenzija, preporučeni postupak njege) označavaju se na etiketi. Kako bi tekstilni predmeti što dulje zadržali lijep izgled i funkcionalna svojstva, potrebno ih je prikladno njegovati i održavati, ispravno prati, kemijski čistiti, glačati. Uvjeti pod kojima se provodi njega ovise o vrsti vlakana od kojih su načinjene, postojanosti boje, stabilnosti dimenzija te o teksturi i konstrukcijskim svojstvima tekstilnih proizvoda.

Ovisno o grani djelatnosti tehnički tekstil se dijeli na 12 skupina:

- Agrotekstil - rabi se u poljoprivredi, hortikulturi, šumarstvu i ribogojstvu (mreže, zaštita od tuče i ptica, tekstil za zaštitu usjeva od hladnoće, veziva i sl.)
- Geotekstil - služi u izgradnji cesta, željeznica, mostova, tunela (rešetkaste i mrežne strukture, filtracija, drenaža, ojačavanje, zaštita od erozije i dr.)
- Građevinski tekstil - rabi se u izgradnji građevina (arhitektonske membrane, ojačala u betonu, podloge u izradbi fasada, izolacijski materijali i dr.)
- Industrijski tekstil – koristi se za filtre za odvajanje i pročišćavanje plinova i otpadnih voda, cigaretne filtre, transportne trake, remenice, užad i dr.)
- Medicinski tekstil – koristi se za higijenski i sterilni medicinski materijal;

- Tekstil za prometala - (opremanje automobila, zrakoplova, vagona, brodova (filtri, pojasevi, interijera vozila, zračni jastuci i dr.);
- Zaštitni tekstil – koristi se za odjeću i pribor za zaštitu u opasnim i pogibelnim uvjetima (nuklearnim, kemijskim i biološkim utjecajima, visokim temperaturama, razornom mehaničkom djelovanju, vojnim i civilnim uvjetima);
- Sportski tekstil - rabi se za potrebe sporta i rekreacije, za opremu ljudi i objekata: (podloge za sportske terene, tkanine za sportske balone i padobrane, vreće za spavanje, sportske rekvizite, lopte, reketi);
- Ambalažni tekstil - obuhvaća mreže, vreće, spremnike i kontejnere za tekuće, sipke i krute materijale i proizvode, torbe;
- Kućanski tekstil – tekst za namještaj, madrace i prostirače, zastore;
- Odjevni tekstil - pokriva specifične funkcionalne namjene u odjeći i obući (čičci i patentni zatvarači, elastične trake).
- Tekstil za ekološku zaštitu - tehnički tekstil koji je u funkciji zaštite okoliša, uklanjanja zagađenja te zbrinjavanja opasnoga otpada. [5]

Za suvremenu proizvodnju tehničkog tekstila iznimnih svojstava potrebna je visoka tehnologija, pri čem posebno značenje ima primjena mikrotehnologije i nanotehnologije, te je u pravilu riječ o proizvodima velike dodane vrijednosti. Takvi materijali šire granice primjene tekstila i na sasvim nova područja, a razvoj vlakana i kompozitnih materijala omogućio je iznimne znanstveno-tehničke iskorake. [6]

U Hrvatskoj se proizvodnjom tehničkoga tekstila bave:

- Čateks iz Čakovca proizvodi tehničke tkanine za vojne i druge namjene, umjetnu kožu te medicinski asortiman naslojenih tkanina i laminata;
- MTČ Pozamanterija, Međimurska trikotaža Čakovec je najveći proizvođač uskoga tehničkog tekstila u ovome dijelu Europe;
- Tvornica Kontex iz Karlovca proizvodi tende, cerade, vatrogasne cijevi;
- Poduzeća Borovo iz Vukovara, Jelen iz Čakovca i Inkop iz Poznanovca proizvođači su zaštitne obuće;
- Regeneracija iz Zaboka, Kelteks iz Karlovca i Tekstil LIO iz Osijeka proizvode netkani tekstil za izolacijske namjene i geotekstilije;
- Konoplja iz Zagreba proizvodi užad;

- Tvornica mreža Biograd proizvodi mreža, užadi, ambalaže;
- Kroko i Šestan-Buschehničkogi proizvode tekstil za potrebe vojske i policije (zaštitne kacige, prsluke i dr.). [5]

### 3.1 Povijesni razvoj tekstila

Nekad davno, u prapovijesno vrijeme, ljudi su se zamatali kožom, a kasnije i tkaninama koje su pružale zaštitu od hladnoće, visokih temperatura, ugriza životinja i drugih opasnosti koje su dolazile u prirodi. Ljudsko tijelo je bilo izloženo različitim opasnostima te su se obućom, odjećom i drugim sredstvima štitili.

Najstarije tekstilne sirovine su vuna, lan i kudjelja te svila i pamuk u nekim azijskim zemljama. Na europskom tlu tijekom povijesti dominira tekstil od vune, lana i kudjelje.[7]



Slika 4. Prirodna vlakna – vuna

Isprva su se tekstilni proizvodi izrađivali od dlaka domaćih životinja i od biljnih vlakana, a poslije i od svile. Značajniji razvoj tekstilne tehnologije počeo je potkraj XVIII. stoljeća, kada su se zbog povećanih potreba za tekstilom počeli istraživati načini za povećanje proizvodnje. Uslijedio je niz izuma na području tekstilne strojogradnje i kemije, te uvođenje novih strojeva u proizvodnju, koji su ujedno označili početak industrijske revolucije.

Potkraj XIX. st. dobivena su prva umjetna regenerirana vlakna od prirodnih polimera, celuloze i bjelančevina, a sredinom XX. st. rade se sintetska vlakna. Tada se znanstvena istraživanja na području tekstilne tehnologije uvode u visoko školstvo pa je samim tim došlo do ubrzanoga razvoja različitih vrsta tekstila.

U brdovitim krajevima pretežito se prerađivala ovčja vuna i kostrijet od kozje dlake, u ravničarskim krajevima uzgajali su se lan i konoplja, a u južnoj Hrvatskoj i brnistra. Preradbom vlakana uvijala su se vlakana uz vreteno, a tkalo se na tkalačkom stanu.

U industrijalizaciju tekstilne proizvodnje Hrvatska se dosta kasno uključila. Veće industrijske tekstilne tvornice bile su osnovane tek krajem XIX. stoljeća, a jači razvoj tekstilne proizvodnje počeo je nakon I. svjetskog rata. Pokretanjem i izlaženjem časopisa Tekstil 1952. godine intenzivirala se znanstvena djelatnost, objavljuju se znanstveni i stručni radovi, a od 1971. godine i u međunarodnim časopisima. Dolazi do velikog razvoja i međunarodne znanstvene suradnje koja se osobito intenzivirana u posljednje vrijeme. [8]

### **3.2 Tijek i razvoj vlakana**

Tkanina je složeni tekstilni materijal izrađen preplitanjem osnovnih i potkinih niti koje su nastale pređenjem prirodnih ili sintetskih vlakana. Tkanina kao strukturirani materijal izravno ovisi o vlaknima koja su upredena u nit, te o samoj niti utkanoj u tkaninu.[9]

Prva vlakna su se radila od divljih životinja i samoniklih biljaka te su bila gruba i čvrsta. Prije nego što bi se vlakna primijenila zahtijevala su preradu: pređenje, prematanje, tkanje, krojenje i šivanje. Takva vlakna su bila nepraktična i imala su veliku masu pa su pri korištenju istih nastajali problemi. Raznovrsnim istraživanjima, suradnjom znanosti s industrijom dolazi do velikog tehnološkog razvoja, te su stvorene nove tehničke tkanine koje imaju veliku primjenu u svim industrijskim granama.

Tehnička tkanina od prirodnih vlakana imala je ograničeni vijek trajanja, propusnost vode i zraka, promjenu dimenzija te se nije mogla uvijek primijeniti u industriji.

Kronološki tijek pronalaska, razvoja i uporabe nekih od vlakana:

- 2. stoljeće - uzgoj pamuka u Europi
- 550. god. - uzgoj svile u Europi
- 1883. god. - ugljična (karbonska) vlakna
- 1885. god. - umjetna svila
- 1892. god. - viskozna vlakna
- 1935. god. - staklena vuna
- 1938. god. - poliamidna vlakna PA6.6 (Nylon)
- 1941. god. - poliesterska vlakna
- 1950. god. - poliakrilonitrilna vlakna (Orlon)
- 1951. god. - mikrovlakna
- 1978. god. - sintetska vlakna
- 1981. god. - kompozitni materijali
- 1983. god. - aromatska termoplastična vlakna
- 1995. god. - polietilen
- 2000. god. - karbonska vlakna.[9]

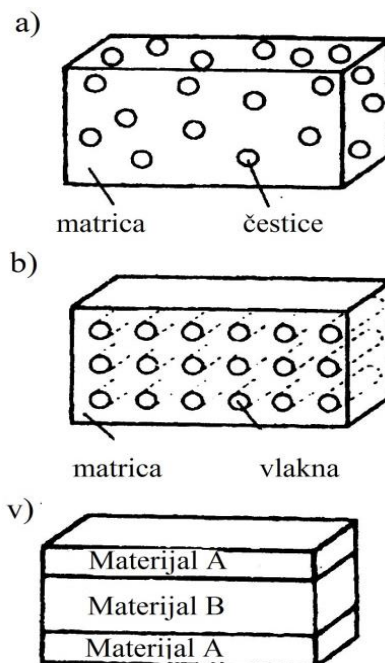
Od prvih ručno rađenih i teško savitljivih vlakana do današnjih tehnoloških obrađenih vlakana uloženo je dosta vremena, znanja i ispitivanja. Postepenim razvojem tehnologije razvili su se i razni tekstili koji danas omogućuju različitu primjenu u mnogim djelatnostima te mogu biti: vodootporna, mirisna, nezapaljiva, termoregulirajuća, antimikrobna, svjetleća, biorazgradiva. Polovicom 20. stoljeća počeli su se proizvoditi tekstilni kompoziti bazirani na umjetnim vlaknima.

### 3.3 Kompozitni materijali

Kompozitni materijali su materijali sastavljeni iz dva ili više različitih čvrstih materijala kako bi se poboljšala svojstva osnovnom materijalu. Vlasknima ojačani kompoziti spadaju u skupinu anizotropnih materijala jer imaju znatno bolja svojstva u smjeru vlakana.

Kompozitni materijali se koriste za:

- povećanje krutosti, čvrstoće ili dimenzijske stabilnosti,
- povećanje udarne žilavosti,
- povećanje otpornosti na toplinu,
- smanjenje troškova,
- smanjenje apsorpcije vode,
- smanjenje toplinske ekspanzije,
- poboljšanje otpornosti na trošenje,
- veću korozivnu otpornost,
- smanjenje mase,
- poboljšanu konstrukcijsku fleksibilnost.



Slika 5. Kompozitni materijal ojačan a) česticama b) vlaknima c) laminatni [10]

Matrica služi kao vezivo ojačala koje drži stabilnim fizički oblik i dimenzije materijala te štiti od štetnih vanjskih utjecaja. Punila u matrici imaju ulogu poboljšanja svojstva osnovnog materijala npr. električnih svojstava, toplinskih svojstava, ostalih kemijskih svojstava.

### **3.4 Prirodna vlakna**

Vlakna imaju različita svojstva koja im omogućavaju sposobnost prerade u složenije tekstile proizvode. Svojstva vlakana se razlikuju po duljini, finoći, čvrstoći, savitljivosti, kemijskoj otpornosti i kohezivnosti. Razvrstavanje vlakana u pojedine skupine može se izvršiti na više načina i prema različitim kriterijima, a najčešći kriterij podjele je njihovo porijeklo.

Prirodna vlakna se izravno proizvode od žive i nežive prirode, a to su biljna, životinjska i mineralna vlakna. Takva vlakna se nalaze u prirodi, a neka od njih se mogu izravno upotrijebiti kao tekstilna sirovina, dok su kod nekih potrebni fizikalno-mehanički zahvati ili fizikalno-kemijske obrade da bi se mogli upotrijebiti.[9]

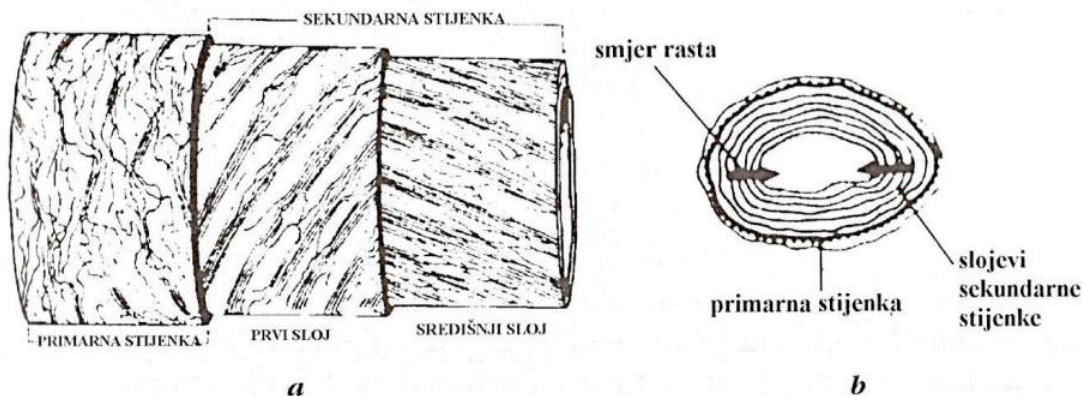
#### **3.4.1 Biljna vlakna**

Biljna vlakna su proizvod raznih dijelova biljaka (npr. stabljike, lista, ploda, sjemenke). Takva vlakna su pamuk, lan, kudelj, juta, koko i dr. Kako je za sva vlakna iz te skupine temeljna građevna jedinica celuloza, te se za njih koristi i naziv prirodna celulozna vlakna.

Pamuk je prirodno vlakno proizvedeno od sjemena biljke pamuka, mekan je, odlično upija, dobar izolator, izdržljiv te ugodan na dodir i za nošenje. Njegovi nedostaci su slaba UV opstojnost i brza gorivost. Često se miješa s drugim sirovinama tako da materijal dobije dodatnu kvalitetu i upotrebu. Mješavina pamuka s poliesterom se manje gužva, elastin mu dodaje elastičnost,



viskoza i lan doprinose lijepom padu materijala, različiti nanosi na gornjem sloju materijala pružaju dodatni učinak, kao što je sjaj. Morfološke karakteristike pamučnog vlakna vrlo su specifične i po njima je vlakno prepoznatljivo.



Slika 6. Morfološka građa pamuka [11]

Primarna stijenka se sastoji iz slabije orijentirane celuloze, a sadrži vosak i pektin. Ona osigurava kompaktnost vlaknu. Sekundarna stijenka čini 91,5% mase vlakna. Građena je od celuloze, pretežno kristalične građe gdje su slojevi različite orijentiranosti i od toga dolazi do stvaranja uvoja na pamučnom vlaknu. Lumen je zrakoprazni prostor u sredini vlakna gdje je za vrijeme rasta vlakana bila protoplazma. [11]

Tablica 2. Kemijski sastav pamučnog vlakna [12]

TVAR	UDIO [%]
Celuloza	82 – 89
Apsorbirana vlaga	7 – 10
Pektini	0,6 – 1,1
Proteini	1,0 – 1,8
Organske kiseline	0,5 – 0,9
Voskovi	0,4 – 0,9
Ostalo	1,0
Mineralne tvari i pepeo	0,6 – 1,5

Lan je prirodno biljno vlakno s dugom tradicijom. U uporabi je bio već oko 36000 godina. Vlakno je kruto i neelastično, zbog čega se materijal značajno gužva. Na dodir je mekan, ima lijep sjaj i izdržljiv je, brzo upija vlagu, a brzo je i odvaja. Vlakna lana djeluju kao izolator, zbog čega je materijal u toplije dane ugodno hladan, a ujedno je antialergijski i antibakterijski. Pranjem lan postaje mekši i ugodan za nošenje.

Ramija je također jedno od najstarijih vlakana za proizvodnju materijala, a počela se koristiti prije 6000 godina. Jedno je od najjačih prirodnih vlakana s svojstvima pamuka i lana. Kao i za lan, i za ramiju je karakteristično gužvanje, tkanina ima također blagi sjaj, antibakterijski je i brzo se suši. Pranjem postaje tvrđa i manje ugodna za nošenje. [13]

### **3.4.2 Životinjska vlakna**

Životinjska vlakna su proizvod životinja i pretežno su građena od bjelančevina ili proteina pa se ta vrstu vlakana nazivaju i prirodna proteinska vlakna. Tijelo mnogih životinja pokriva dlaka koja ih štiti od vanjskih utjecaja i koja se može iskoristiti kao tekstilna sirovina. Od ovčjeg runa se dobiva vuna, a dlaka koza, kunića, deva, alpake, ljame i dr. upotrebljavaju se kao vlakna u tekstilnoj proizvodnji. Vuna je prirodno tekstilno vlakno koje se dobiva rezanjem i češljanjem životinjske dlake. Zbog ljuskave površine u vunanim vlaknima zarobljeno je više zraka i zbog toga je vunena odjeća topla. Vuna može biti meka, topla, ugodna i izdržljiva. Vunena vlakna su obično puno lakša od pamučnih, ne gore i vrlo su elastična, zbog čega se proizvodi teže istrljaju i lijepo se prilagođavaju obliku tijela. Imaju slabu otpornost na UV zrake, mikroorganizme i insekte. Osjetljiva je na pranje pa se preporuča čišćenje u kemijskoj čistionici jer se prilikom pranja jako skuplja i valja.

Od leptira svilaca dobiva se prirodna svila. Svilac proizvodi svilenu nit u dijelu životnog ciklusa u kojemu je ubio gusjenicu. Najkvalitetnija svila je svila koju stvara dudov svilac koji je i uzgojen u tu svrhu.[7] Svilena vlakna su filamentna odnosno beskrajna i izuzetno fina, proizvodi su vrlo upijajući, ugodni

na dodir i izuzetno udobni za nošenje. Svila je jako osjetljiva na UV svjetlost i temperaturu, pa se zato ne suši na suncu i ne glača se na visokim temperaturama jer dolazi do velikog skupljanja materijala i gubitak kvalitete.[13]

### 3.4.3 Mineralna vlakna

Mineralna vlakna su vlakna koja se dobivaju iz prirodnih minerala, a to su prirodna azbestna vlakna koja imaju široku primjenu. Ta su vlakna skupocjena zbog karakterističnih svojstva: temperatura tališta im je 1200-1400°C, ima veliku otpornost na kemikalije i izolatori su električne energije.



Slika 7. Mineralno vlakno

Uporaba ovih vlakana pokazala je veliki problem s bolestima dišnog sustava, dokazana je njihova kancerogenost, te su uklonjena s tržišta i zamijenjena s aramidnim vlaknima.[7]

### 3.5 Umjetna vlakna

Sva vlakna koja nastaju industrijskom proizvodnjom nazivaju se umjetna vlakna. Pojavila su se krajem 19. stoljeća kad je proizvedena umjetna svila, tj. rajon. Najčešća umjetna vlakna koja se koriste za tehničke tkanine prikazane su u sljedećoj tablici.

Tablica 3. Nazivi i kratice umjetnih vlakana

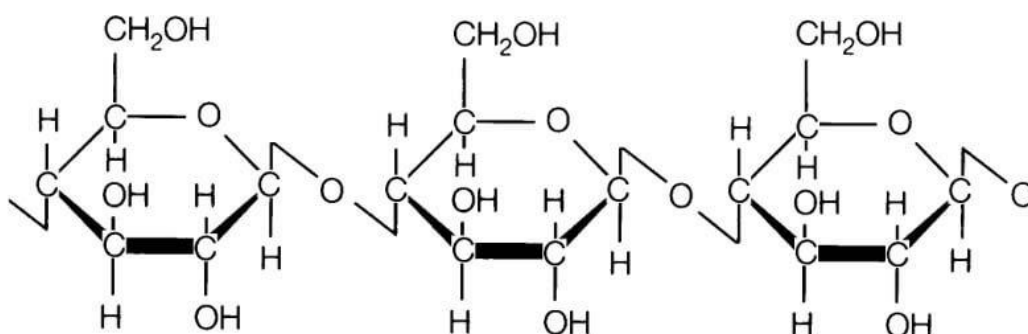
Nazivi vlakana	Kratice vlakana
Acetatna	CA
Akrilna	PAN
Alginatna	ALG
Aramidna	AR
Bakarna	CUP
Elastanska	EL
Elastodienska	ED
Fluorna	PTFR
Keramička	CEF
Klorna	CLF
Liocelna	CLY
Metalna	MTF
Modakrilna	MAC
Modalna	CMD
Poliamidna	PA
Poliesterska	PES
Polietilenska	PE
Poliimidna	PI
Polipropilenska	PP
Staklena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

Pri proizvodnji umjetnoga vlakna, čvrsti polimerni materijal koji je građen od lančanih makromolekula prevodi se u tekući oblik koji se potom složenim tehnološkim procesima oblikuje u vlakno željene finoće i duljine te potrebnih uporabnih svojstava. Ti procesi uobičajeno uključuju protiskivanje taline ili otopine kroz mlaznice u medij za skrućivanje (kemijsko ispredanje). Polazne sirovine za izradu umjetnih vlakana razlikuju dvije osnovne skupine, vlakna od prirodnih polimera i vlakna od sintetskih polimera.

### 3.5.1 Umjetna vlakna od prirodnih polimera

U umjetna vlakna od prirodnih polimera ubrajamo umjetna celulozna vlakna, alginatno vlakno i gumena vlakna. Celulozna vlakna imaju visoku mehaničku čvrstoću.

Vrsta celuloze ovisi o materijalu, a razlika im je strukturno heterogena jer je udaljenost između molekula i poravnanje molekula može biti različito. Svojstva također ovise o broju veza u molekuli celuloze, tj. stupanju polimerizacije. Prisutnost celuloze u prirodi ne dolazi kao čist sadržaj pa se stvara u biljkama (uključujući alge) kao rezultat složenih biokemijskih reakcija u fotosintezi najjednostavnijih ugljikohidrata. U vlaknima pamuka sadržaj celuloze iznosi od 95-98%, u lanu je od 60-85%, u drvenim tkivima od 40-55%, u dijelovima biljaka od 40-90 %.

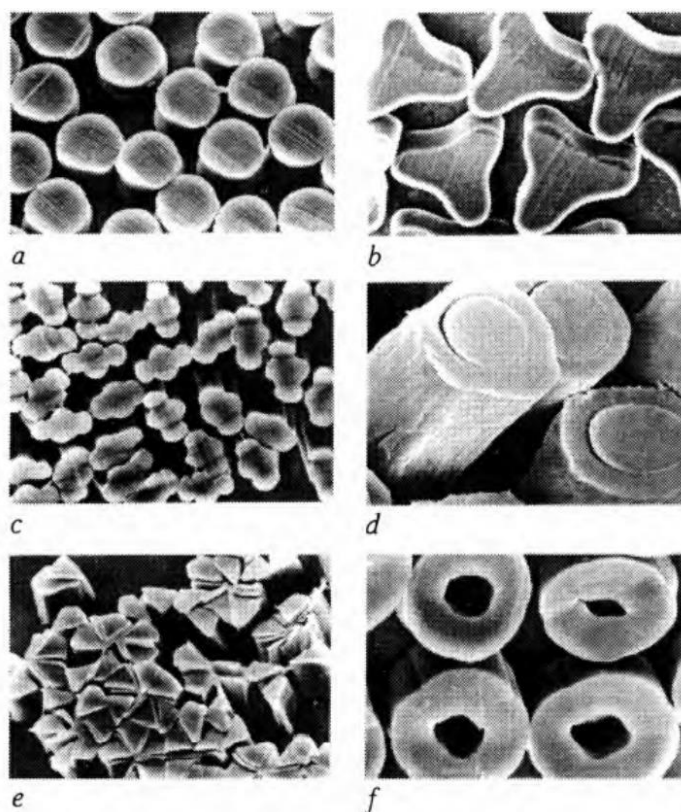


Slika 8. Građa molekule celuloze, strukturna formula celuloze [14]

Umjetna celulozna vlakna obuhvaćaju veći broj vlakana koja se međusobno razlikuju po postupku dobivanja i po svojstvima. Većina ih se proizvodi iz drvne 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.[14]

### 3.5.2 Umjetna vlakna od sintetskih polimera

Kemijskim ispredanjem sintetskih polimera dobivaju se sintetska vlakna, a koriste ih sve tehničke tkanine. Pod mikroskopom se na vlaknima ne opažaju neke posebnosti koje bi bile tipične samo za poliesterska vlakna, a poprečni presjeci mogu biti vrlo različiti čime se postiže ugodniji sjaj, mekaniji opip, manja sklonost pilingu te bolje upijanje i transport vlage.



Slika 9. Poliesterska vlakna različitih oblika poprečnog presjeka

a) kružni, b) trilobalni, c) poseban oblik presjeka za povećanje upijanja vlage, d) dvokomponentno vlakno jezgrastog tipa, e) dvokomponentno vlakno matrično-fibrilnog tipa, f) šuplje vlakno. [15]

Mehanička svojstva poliesterskih vlakana su izvrsna, iako variraju ovisno o namjeni. To se najviše odnosi na čvrstoću i rastezljivost, koje se za vlakna usklađuju s odgovarajućim karakteristikama prirodnih vlakana radi zajedničke prerade. Istodobno se time mijenja i otpornost na uvijanje. Vlasasta vlakna

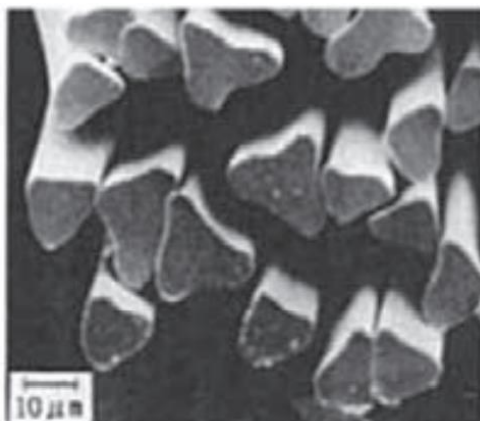
općenito imaju nešto manju čvrstoću i nešto veću prekidnu istezljivost (25-” 50%) s obzirom na filamentna vlakna. Otpornost na savijanje je vrlo dobra dok su na habanje poliesterska vlakna otpornija od većine drugih prirodnih i kemijskih vlakana. Poliesterska vlakna izvrsno podnose povišene temperature, mogu se termofiksirati pri temperaturi od 210 do 220 °C, a glačati do 150 °C. Mogu se bojiti i na temperaturama višim od 100°C, a u održavanju se proizvodi mogu prati u alkalnom mediju temperature 60 °C. Sposobnost je upijanja vlage iz zraka i zadržavanja vode malena (repriza 0,2” \*0,5%), što je s jedne strane nedostatak za udobnost pri nošenju odjeće, ali je prednost za održavanje; lako se pere i brzo suši. Dobro podnose i uobičajena sredstva za bijeljenje, što je bitno ako se vlakna upotrebljavaju u mješavinama s pamukom i lanom. Glavni su nedostaci poliesterskih vlakana sklonost prljanju i nabijanju statičkim elektricitetom, te slabo upijanje vlage. Područje upotrebe poliesterskih vlakana iznimno je široko. U tekstilnoj primjeni pretežito se upotrebljavaju vlasasta vlakna u mješavinama s pamukom, vunom i lanom. Izvrsno se prerađuju svim preradbenim postupcima, najvećim dijelom u tkanine za košulje, bluze, haljine, hlače, kostime, odijela, ogrtače, radnu odjeću, posteljinu, dekorativne materijale za kućanstvo i sl. Poliesterska mikrovlakna vrlo su cijenjen, noviji su proizvod za odjeću visokih estetskih karakteristika, iznimno ugodna dodira i mekoće od ultrafinih vlakana.[15]

### **3.6 Mikrovlakna**

U drugoj polovici 20. stoljeća dolazi do razvoja vlakana visokih estetskih karakteristika te razvoja tehnologije i proizvodnje mikrovlakana, tj. finih vlakana. Mikrovlakna imaju veliko značenje za materijale koji zahtijevaju funkcionalnost, udobnost, estetiku i dr. Ova svojstva postignuta su intervencijama i promjenama na razini mikromorfologije i strukture vlakna.

Mikrovlakna su umjetna vlakna visoke finoće. Najčešće se koriste u proizvodnji netkanih tekstilija za koja su karakteristična visoka finoća i postižu nepropusnost za vodu, a istodobno propusne za zrak i vodenu paru koja se stvara

u mikroklimi uz tijelo. Druga karakteristična svojstva ovih vlakana su visoka estetika, plemenit sjaj i velika specifična površina koja osigurava termo fiziološku udobnost, udobnost opipa i sl. [16]



Slika 10. SEM snimke poprečnog presjeka mikrovlakna [16]

Mikrovlakna su umjetna vlakna promjera manjeg od 10  $\mu\text{m}$ , koja se u presjeku razlikuju od ostalih vlakana zbog mikroporoznosti. Duljinska masa im je izrazito malena od 1 dtex. Od mikrovlakana se dobivaju mikroporozne tkanine koje sadrže do 30000 niti po jednom  $\text{cm}^2$ , a to su tekstilije koje imaju tržišni naziv GoreTex i Simpatex. Pore su premale za prolaz vode, a dovoljno velike za prolaz zraka što ih čini vodonepropusnim i paropropusnim.

Tablica 4. Klase tekstilnih vlakana prema finoći [16]

Oznaka skupine vlakna	Finoća vlakna [dtex]
gruba vlakna	iznad 7,0
srednje fina vlakna	2,4 do 7,0
fina vlakna	1,0 do 2,4
mikrovlakna	0,3 do 1,0
Ultra fina vlakna	0,3 i manje

Tkanine od mikrovlakana ističu se lijepim i posebnim izgledom i mekane su pri dodiru. Proizvode se najviše od poliestera, a primjenjuju se u industriji, npr. filtri za filtriranje plinova i tekućina.[9]



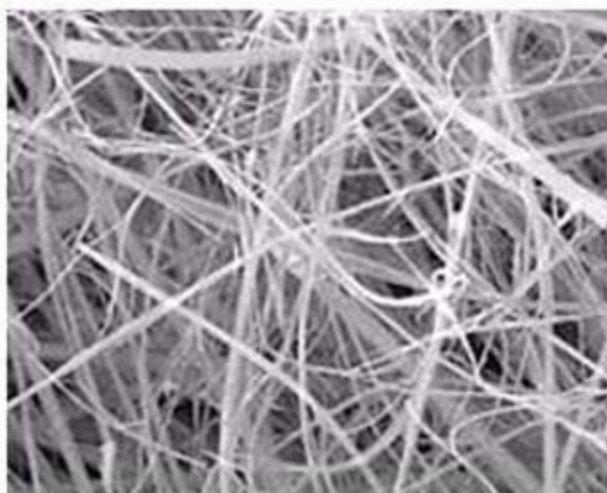
### 3.7 Nanovlakna

Nanovlakna su vlakna s promjerima u nanometrima i dobivaju se iz različitih polimera tako da imaju različita fizikalna svojstva, a samim tim i različite mogućnosti primjene. Dobre karakteristike ugljikovih nanočestica i nanovlakna je to da imaju veliku otpornost pri razvlačenju, veliku otpornost na trenje, dobru kemijsku otpornost i električnu vodljivost.

Proizvodnja nanovlakana je moguća različitim tehnologijama:

- a) elektroispredanje – dobiju se vlakna iznimno malog promjer, nekoliko desetaka nm, velike poroznosti, male veličine pora i velike aktivne površine pa su našla primjenu u biomedicini (za zacjeljivanje rana, izradu tkiva, izradu implantata);
- b) sol-gel metoda – kemijskim reakcijama se otapaju nanočestice i dobije se kruti materijal. Čestice se međusobno spajaju i stvaraju mrežu. Ova mreža se koristi u proizvodnji nanovlakana metodom elektroispredanja.
- c) Split spinning – dioba fibrila u više manjih niti. Proizvodnja je prihvatljiva u većoj količini, ali je teško proizvesti niti promjera manjeg od nekoliko mikrona.
- d) Samosastavljanje – to je tehnika proizvodnje od dna do vrha koja se oslanja na svojstvo materijala da sami stvaraju strukture na nanoskali. Proizvode se materijali jednostavnih svojstva jer je teško upravljati procesima, te su ograničeni na mali skup materijala.[9]

Nanovlakna se koriste za jačanje raznih predmeta, od teniskih reketi do avionskih krila. Najnovije istraživanje ovih materijala je pokazalo da ova vlakna imaju štetan učinak na pluća.



Slika 11. Mikroskopski prikaz nanovlakna

Nove vrste nanovlakana mogu predstavljati opasnost na ljude jer imaju oblik sličan azbestu. Mogu biti izrađena od različitih materijala, uključujući ugljik, a manja su oko tisuću puta od širine ljudske kose te mogu dospjeti u pluća kada se udahnu. To može dovesti do raka pod nazivom mezoteliom, za koji je poznato da nastaje udisanjem azbestnih vlakana, koja su slična nanovlaknima. Zahvaljujući novom istraživanju zdravstveni rizici za ljude koji rade sa sitnim nanovlaknima u prerađivačkoj industriji mogao bi biti smanjen.

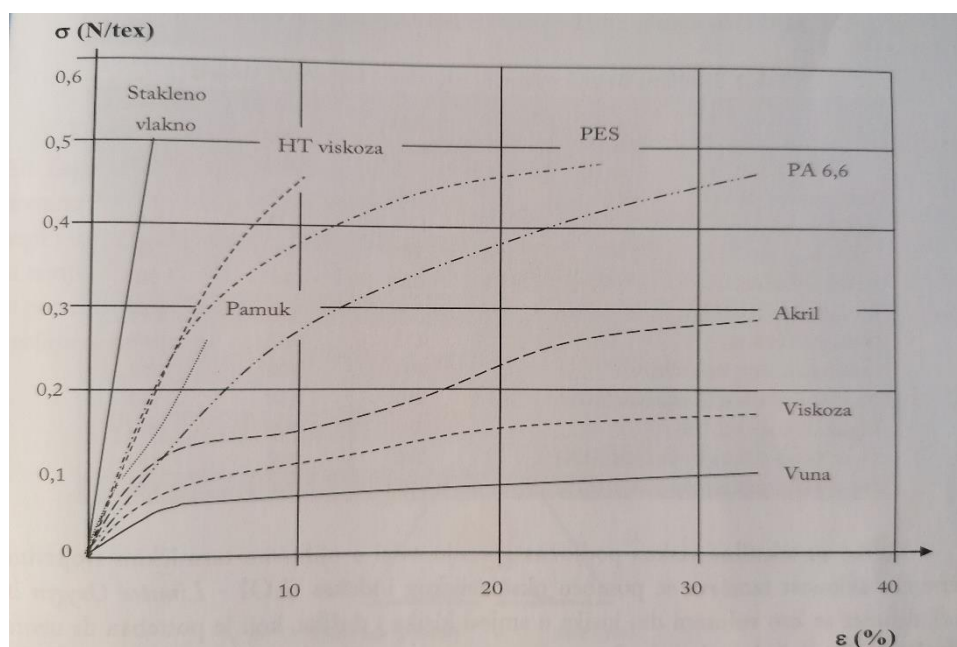
### **3.8 Svojstva vlakana**

U tekstilnoj industriji upotrebljavaju se vlakana koja se međusobno razlikuju po porijeklu, kemijskom sastavu, građi, svojstvima pa samim tim imaju i različita područja primjene. Vlakna se razlikuju po mnogim karakterističnim svojstvima, a to je izduljeni oblik koji se ogleda u vrlo velikom omjeru duljine prema poprečnoj izmjeri. Da bi mogla služiti kao tekstilna sirovina omjer mora biti najmanje 100. Vlakna mogu biti ravna ili kovrčava. Od prirodnih vlakana u kovrčava vlakna spadaju vuna i druga proteinska vlakna, dok pamuk pokazuje uvojitost, tj. uvijanje vlakna oko vlastite osi. Kovrčavost kemijskih vlakana najčešće se postiže toplinsko-mehaničkom obradbom pa se vlakna lakše predu, a materijali su topliji.

Sjajnost ili zagasitost površine tekstilnih proizvoda je posljedica veće ili manje refleksije svjetlosti što ovisi o strukturi površine vlakana.

Pod mikroskopom se na vunenom vlaknu opažaju ljuske, na lanenom i ostalim stabljičnim vlaknima gusta prugavost, dok je površina većine kemijskih vlakana glatka, pa su ona uglavnom sjajna. Na nekim se vlaknima može primijetiti prugavost, kao posljedica nepravilna oblika poprečnog presjeka. [15]

Najvažnija svojstva tekstilnih vlakana su duljina, finoća, čvrstoća, elastičnost, fizikalno-mehanička svojstva, zaštitna svojstva, površinska svojstva i dr. Odnos čvrstoće i prekidnog istežanja različitih vrsta vlakana od nižih čvrstoća do iznimno visokih prikazano je na slici.



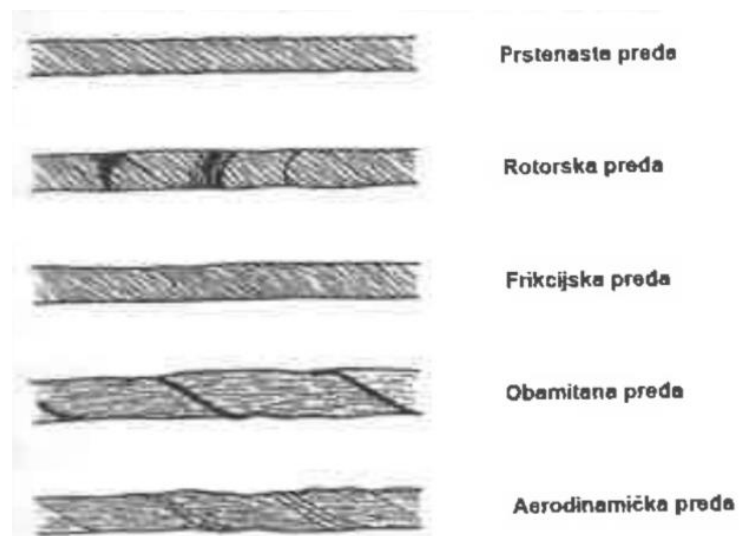
Slika 12. Odnos čvrstoće( $\sigma$ ) i istežanja ( $\epsilon$ ) nekih prirodnih i umjetnih vlakana [9]

Novije vrste vlakana i njihova svojstva su:

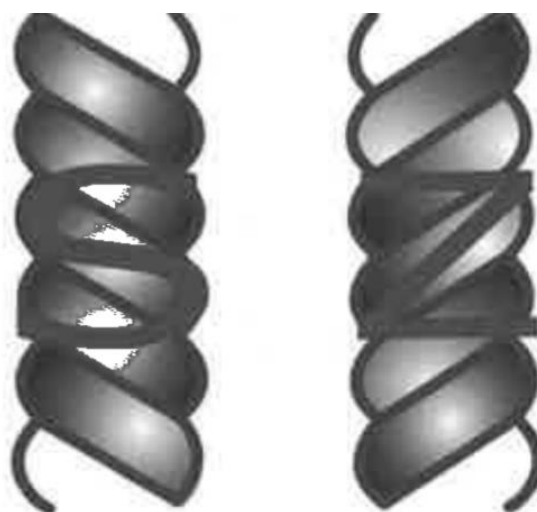
- Kalogenska vlakna – biorazgradiva vlakna i dobivaju se iz tkiva životinja, a koriste se za izradu kirurških konaca.
- Alginatna vlakna – netoksična su i biorazgradiva, dobiva se iz alginske kiseline koja se dobiva iz morskih alaga, pomaže kod zacjeljivanja rana.
- Hitinska vlakna – dobiva se iz oklopa rakova, školjki, insekata, a koriste se za umjetnu kožu, stimulira obnavljanje kože.

### 3.9 Struktura niti

Struktura niti ovisi prvenstveno o načinu pređenja, tj. o polaganju vlakana tijekom uvijanja i oblikovanja niti. Razlika među nitima definira se načinom pređenja kako se pojedina nit izrađuje pa na taj način dobiva i ime, npr. prstenasta nit, OE rotorska nit, OE frikcijska nit. Uvijanjem dviju ili više niti u jednu nit dobiva se končana nit, a uvijanjem niti dobiva se kablovana nit.



Slika 13. Vrste niti prema načinu pređenja [9]



Slika 14. Smjer uvijanja vlakana u niti, S-uvioji i Z-uvioji [9]

Najčešći način uvijanja dviju ili više niti je da se uvijaju u suprotnom smjeru od smjera komponenti tako da oblikuju pravilne uvojnice i ostvaruju najbolju jednoličnost. Uvojitost niti ovisi o duljini i sirovinskom sastavu vlakana, njihovom položaju, površinskoj strukturi vlakana. U opuštenom stanju ovakav konac se neće uvijati o stvarati zadebljanja. Osnovni podatak za izračun prosječne debljine niti je specifična gustoća vlakana  $\rho_{vl}$  i niti koje se mjere u  $\text{g/cm}^3$ .

Tablica 5. Specifična gustoća nekih vlakana i niti [9]

Vrste sirovine	Vlakna $\rho_{vl}(\text{g/cm}^3)$	Niti $\rho_n(\text{g/cm}^3)$
Pamuk, lan, viskoza	1,5	0,81 (pamuk)
Acetat, triacetat, vuna	1,3	0,70 (vuna)
Svila, PES	1,4	
PP	0,9	
PAC, PA	1,15	

$\rho_{vl}$  – specifična gustoća vlakna

$\rho_n$  - specifična gustoća niti.

Zahvaljujući različitim karakteristikama svako vlakno zauzima različit položaj pri predenju. Karakteristično je za vlakna koja imaju veće kohezijsko trenje da stvaraju veću otpornost pri napinjanju. Međusobni dodir vlakana stvara otpor o kojemu ovisi čvrstoća niti koju karakterizira elastičnost, čvrstoća, dužina i finoća. Moguće je dodavati čvrstoću niti dodavanjem uvoja, pa se samim tim takve niti teže prerađuju, kruće su i dolazi do trganja vlakana.[9]

#### 4. ULOGA ZAŠTITNE ODJEĆE U SKLADIŠTU

Zaštitna odjeća predviđena za rad u skladištu izrađuje se kao jednodijelno odijelo, kombinezon ili dvodijelno, jakna i hlače. Odjeća koju radnici koriste u skladištu uglavnom pruža zaštitu od mehaničkih opasnosti te mora posjedovati određeni nivo otpornosti koji će zaštititi radnika ovisno o vrsti opasnosti.

Svrha odjeće je štiti tijelo od:

- uklještenja (uzrokovano zahvaćanjem dijela odjeće od strane pokretnih dijelova, npr. viličara),
- mehaničkih opasnosti (posjekotine, rane uzrokovane oštrim i šiljastim predmetima koji se koriste u skladištu, pad tereta na nogu),
- rasprsnuća dijelova i čestica u procesu rada.



Slika 15. Zaštitna odjeća i obuća u skladištu

Rukavice za zaštitu ruku izrađene su da bi zaštitile ruke od štetnih vanjskih utjecaja u svakodnevnom životu i profesionalnom radu. Važno je da radnici nose zaštitne rukavice namijenjene za zaštitu od opasnosti i štetnosti kojima su izloženi na radnom mjestu.[17]

Rukavice moraju pružiti radniku odgovarajući stupanj zaštite od mehaničkih opasnosti prisutnih u bilo kojem radnom procesu, najčešće pri prijenosu paleta i kutija u skladištu. 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.

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 itd. Obuća ne smije biti teška i neudobna te mora biti potpuno oblikovana u skladu s ergonomskim standardima. Ovisno o prethodno navedenim karakteristikama postoji cijeli niz zaštitnih mogućnosti koje osobna zaštitna oprema za zaštitu nogu i stopala može pružati svakom korisniku. Takva obuća za vrijeme rada ne smije žuljati ili izazivati znojenje nogu, odnosno stvarati druge tegobe pri radu, kretanju ili dužem stajanju. [18]

## **5. TKANINE ZA ZAŠTITNU ODJEĆU**

Osobe koje rade u skladištu kao i na drugim radnim mjestima svakodnevno su izložene različitim nepovoljnim, radnim i životnim uvjetima pa je potrebna odgovarajuća zaštitna oprema. Funkcija zaštitne odjeće je da štiti tijelo od vanjskih utjecaja, da stvara prepreku između čovjeka i okoline, regulirala tjelesnu temperaturu i štiti osobe od ozljeđivanja. Napretkom tehnologije za izradu tkanina koriste se različite vrste sirovina, njihova prerada, površinske obrade, izrada višeslojnih materijala radi poboljšanja i bolje učinkovitosti zaštitne odjeće. Različite vrste materijala i ugrađene komponente u tkaninu stvaraju dodatnu vrijednost s kojom se stvaraju nove mogućnosti za poboljšanu zaštitnu odjeću. Vlakna koja se danas koriste za izradu zaštitne odjeće su kevlar, nomex, polivinil klorid, preox, itd. Tkanine su najčešće jednoslojni plošni proizvod, koji predstavljaju gornji sloj u zaštitnoj odjeći pa je potrebna površinska obrada kako bi se postigla potpuna zaštita. Tkanina koja štiti ljudsko tijelo trebaju karakterizirati visoko kvalitetna svojstva i mnogobrojni zahtjevi da bi štitila tijelo od ekstremnih temperatura, vatre, udara, kemikalija, posjekotina i drugo.

### **5.1 Materijali za zaštitnu odjeću u skladištu**

Tkanine od kojih se rade zaštitna odjeća uvjetovane su sirovinama od kojih su izrađene. Ovisno o vrsti zaštite biraju se vlakna koja će zadovoljiti uvjete zaštite tijela. Temeljna svojstva svake tkanine su vlakna od kojih se rade.

Da bi bila djelotvorna i funkcionalna, odjeća treba biti ergonomski oblikovana, osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta. Zaštitna odjeća se može stavljati na tržište i koristiti u raznim djelatnostima prije ili za vrijeme njihove industrijske prerade samo ako zadovoljavaju odredbe Pravilnika.

Za zaštitnu odjeću važna je:

- jedinica tvari koja ima svojstvo savitljivosti, finoće i visokog odnosa dužine prema najvećoj poprečnoj dimenziji;



– savitljive trake čija primjetna širina ne prelazi 5 mm, uključujući i vrpčasta vlakna rezana od širih traka ili folija, proizvedene od sirovina koje se koriste u proizvodnji vlakana.[19]

Tablica 6. Klasifikacija parametara materijala za zaštitnu odjeću

<b>Parametri materijala za zaštitnu odjeću</b>		
<b>Otpornost</b>	<b>Zaštita</b>	<b>Udobnost</b>
Otpornost na cijepanje. Otpornost na habanje. Otpornost na probadanje. Otpornost na tlak.	Nepropusnost za čestice. Nepropusnost za tekućine pod tlakom. Kemijska nepropusnost.	Propusnost zraka. Propusnost vodene pare. Propusnost znoja. Težina „Osjet“.

Udobnost odjeće direktna su posljedica mikroklimatskog stanja i ovise o vrsti materijala i njegovoj mogućnosti rastezanja i oblikovanja prema tijelu. Svojstva materijala na mjestu kontakta s kožom tijela moraju zadovoljiti niz različitih svojstva.

a) Tekstilni proizvod sastavljen od dvije ili više vrsta vlakana, od kojih jedna čini najmanje 85 % ukupne mase, označava se:

- nazivom te vrste vlakna i postotkom njegova masenog udjela, ili
- nazivom te vrste vlakna i riječima »najmanje 85 %«, ili
- punim sastavom proizvoda u postotcima.

b) Tekstilni proizvod sastavljen od dvije ili više vrsta vlakana, od kojih ni jedna ne čini 85 % ukupne mase, označava se nazivom i postotkom masenih udjela najmanje dvije glavne vrste vlakana i nazivima drugih vrsta sadržanih vlakana, silaznim redoslijedom prema masenim udjelima, sa ili bez navođenja postotaka njihovih masenih udjela.

Za sva vlakna treba vrijediti:

- vlakna koja zasebno čine manje od 10% ukupne mase proizvoda mogu se zajednički označiti »ostala vlakna«, i ukupnim postotkom masenog udjela;
- kada se navodi naziv vlakna koje čini manje od 10% ukupne mase proizvoda, mora se navesti potpuni sastav proizvoda u postotcima;
- c) proizvodi čija je osnova iz čistog pamuka i potka iz čistog lana i kod kojih lan čini najmanje 40% ukupne mase neškrobljene tkanine mogu se nazivati »pamučno-lanena tkanina« pri čemu se dodaje opis sastava »čista pamučna osnova – čista lanena potka«. [19]

### 5.1.1 Radne hlače

Zbog neznanja ili neopreznosti na radnom mjestu najviše se dešava nesreća te je upravo zbog toga potrebna radna odjeća, zaštitna odjeća i zaštitna oprema koja će umanjiti rizik od ozljeda te samim time povećati sigurnost u radnom okruženju. Radna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine koja je temeljena na tjelesnim dimenzijama mjerenim u centimetrima. Oznake veličine pojedinih dijelova odjeće moraju sadržavati barem dvije kontrolne dimenzije, koje su dane u sljedećim tablicama.

Tablica 7. Kontrolne dimenzije za pojedine dijelove odjeće

Zaštitna odjeća	Kontrolne dimenzije
jakna, kaput, majice	obujam prsa ili grudi i visina
Hlače	obujam struka i visina
Prekrivač	obujam prsa i visina
Pregača	obujam struka, prsa, grudi i visina
zaštitna oprema (štitnici za leđa, štitnici za koljena)	obujam prsa, grudi, visina, težina

Pored obveznih kontrolnih dimenzija mogu se napraviti i dodatne izmjere (dužina rukava, dužina nogavica). Sve navedeno u vezi dimenzija mora se naznačiti na etiketama ili na uputama s unutrašnje strane odjeće.[2]

Radna odjeća mora biti napravljena od kvalitetnih materijala kako bi mogla dugotrajno štiti radnika od potencijalnih opasnosti i ozljeda. Odijela se mogu izraditi od tekstilnih materijala i mogu biti s podstavom ili bez podstave, a šivaju se ovisno o potrebi i temperaturnim i vremenskim uvjetima. Funkcionalnost koju radna odjeća mora ispuniti je pravilan odabir veličine kako bi odjeća savršeno odgovarala, davala udobnost, lakoću kretanja i maksimalnu zaštitu. Iz tablice su vidljive dimenzije radnih hlača koji se proizvode za zaštitu od mnogobrojnih ozljeda. Većinom se u pojas oko struka ušiva jedan dio gume tako da hlače u pasu budu elastičnije i prilagodljivije potrebama radnika.

Tablica 8. Dimenzije radnih hlača

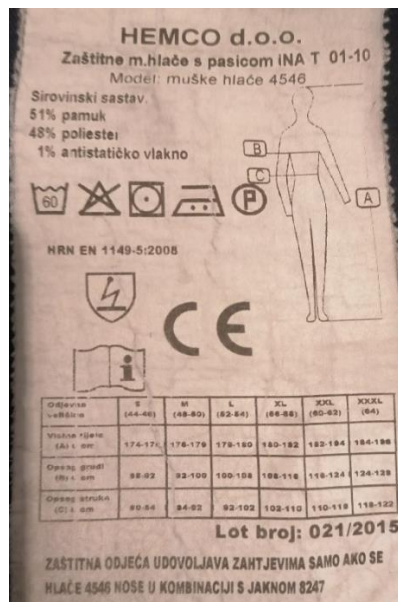
<b>VELIČINA</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>54</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>60</b>
<b>Dužina do struka</b>	107	108	109	110	111	112	113
<b>Dužina nogavica</b>	80	80	80	80	80	80	80
<b>Opseg struka</b>	84-94	90-100	96-106	102-112	108-118	114-124	120-130
<b>Opseg bokova</b>	106	110	114	118	124	132	140

U skladištu se koriste radne hlače marke Hemco koje se odlikuju dobrom kvalitetom i jednostavnim održavanjem. Hemco d.o. već niz godina nudi razne ideje i proizvodnju radne odjeće i opreme, što se odražava na visoku kvalitetu i rezultate. Hemco d.o.o. dizajnira i proizvodi zaštitne hlače koje su prilagođene različitim uvjetima i potrebama industrija, dizajnirane i proizvedene prema zadnjim trendovima te najvišim standardima kako bi omogućili udobnost, zaštitu i sigurnost bez obzira na radne uvjete i zahtjeve. Za pravilno održavanje hlača pomažu upute za održavanje koji se nalaze na etiketi i one pružaju informacije koje pomažu da bi se ispravno prale, sušile, peglale te da uvijek budu u najboljem izdanju i da ne dođe do umanjenja njihove kvalitete. Pridržavanjem savjeta i napomena te kako pravilno održavanje radne hlače mogu značajno produžiti

uporabni rok. Potrebno ih je češće prati, kako bi se izbjeglo zadržavanje mrlja, a kod jakog onečišćenja hlače treba prati odvojeno od ostale odjeće.



Slika 16. Radne hlače



Slika 17. Etiketa radnih hlača

Sastav materijala radnih hlača je 51% pamuka i 48% poliester i 1% antistatičko vlakno. Hlače sadrže 51% pamuka, a pamuk je materijal koji je vrlo udoban i ugodan za nošenje, pruža dobru toplinu i upija vlagu. Zahvalan za održavanje i vrlo je otporan. Preporučuje se pranje obojenog pamuka na temperaturama do 60°C stupnjeva, kako ne bi izbljedio. Hlače s većim udjelom pamuka mogu glačati na najvišoj temperaturi i sušiti u sušilici na umjerenoj temperaturi.

U materijalu za radne hlače nalazi se 48% poliester. To je sintetički materijal koji hlačama daje nevjerojatnu lakoću i dobar pad kod izrade odjevnih predmeta. Otporan je na sunčevu svjetlost i većinu kemikalija. Zadržava svoj izvorni oblik i otporan je na gužvanje i zadržava oblik, zbog čega se često dodaje pamučnim tkaninama, kako se ne bi puno gužvale. Poliester je vrlo otporan materijal, teško ga je oštetiti, dugo traje i lako se pere. Može se prati u perilici rublja, ali i sušiti u sušilici rublja na nižoj temperaturi. Obično ne zahtjeva glačanje, a ukoliko je potrebno glačanje, onda se ne preporučuje visoka temperatura.

U tkanini za izradu hlača se nalazi 1% antistatičkog vlakna koje je praktično za obradu, ima nisku cijenu i njegova trajnost je jako dobra. Funkcije su mu:

apsorpcija vlage, smanjenje specifičnog otpora, poboljšava vodljivost iona, otapanje elektrolita i proizvodi električnu neutralizaciju. Nedostaci antistatičnih vlakana su je ovisnost o vlažnosti okoliša. Pri niskoj vlažnosti ( $RH < 40\%$ ) gube se antistatički učinci.[20]

Na bočnim stranama hlača nalaze se džepovi koji su obrubljeni crvenim tekstilom da bi bolje uočile radnike. Na sredini džepa nalazi se fluorescentna traka koja se šiva zbog bolje uočljivosti radnika. Zaštitne hlače nemaju grubu površinu koja bi mogla iritirati ili ozlijediti radnika, nisu uske da bi ograničavale protok krvi te su ugodne za kretanje. Hlače se mogu lagano obući i skinuti i daju maksimalnu mogućnosti pokretanja koljena. Zaštitna i radna odjeća napravljena je za višestruke poslove, a neke od renomiranih proizvođača još su Delta Plus, Diadora, Červa i Portwest, Proscos, Zavas...

## 5.2 Fluorescentni materijali

Zaštitna odjeća visoke vidljivosti dizajnirana je kao odjeća za upozorenje i uočljiva je s velike udaljenosti, te ima veliku ulogu u zaštiti radnika. Odjeća visoke vidljivosti prema razini vidljivosti dijeli se:

### a) Klasa 1

- najmanja razina vidljivosti
- Fluorescentni materijal  $\geq 0,14 \text{ m}^2$
- Retrorefleksni materijal  $\geq 0,10 \text{ m}^2$  ili
- Kombinacija materijala fluorescentnog i retrorefleksnog

### b) Klasa 2 – srednja razina vidljivosti

- Fluorescentni materijal  $\geq 0,5 \text{ m}^2$
- Retrorefleksni materijal  $\geq 0,13 \text{ m}^2$

### c) Klasa 3

- najveća razina vidljivosti
- Fluorescentni materijal  $\geq 0,8 \text{ m}^2$
- Retrorefleksni materijal  $\geq 0,20 \text{ m}^2$  [2. ]



a) klasa 1



b) klasa 2



c) klasa 3

Slika 18. Vrste zaštitne odjeće visoke vidljivosti s obzirom na razinu zaštite [2]

Fluorescentni materijali imaju specifične zahtjeve za dizajnom odjeće koja je visoke uočljivosti:

- materijal pozadine mora obuhvaćati torzo i gdje je moguće rukave i nogavice.
- trake retrorefleksnog materijala ne smiju biti uže od 50 mm (iznimka mogu biti naramenice s 30 mm).
- kombinezon mora imati dvije horizontalne trake retrorefleksnog materijala koje obuhvaćaju torzo međusobno udaljene najmanje 50 mm i trebaju biti nagnute najviše 20° prema horizontali.
- jakna, prsluk ili košulja moraju imati:
  - a) dvije horizontalne trake retrorefleksivnog materijala koje obuhvaćaju torzo međusobno udaljene najmanje 50 mm i nagnute najviše 20° prema horizontali i vertikalne trake preko ramena koje spajaju prednje i stražnje gornje horizontalne trake.
  - b) jedna horizontalna traka retrorefleksivnog materijala koja obuhvaća torzo nagnuta najviše 20° prema horizontali i vertikalne trake preko ramena koje spajaju prednju i stražnju stranu horizontalne trake.
  - c) dvije horizontalne trake retrorefleksivnog materijala koje obuhvaćaju torzo, međusobno udaljene najmanje 50 mm.
- rukave moraju obuhvaćati dvije trake retrorefleksivnog materijala međusobno udaljene najmanje 50 mm.
- nogavice moraju obuhvaćati dvije trake retrorefleksivnog materijala međusobno udaljene najmanje 50 mm.

- donja traka na jakni, rukavu ili nogavici mora biti najmanje 50 mm iznad donjeg ruba toga dijela odjeće.

Boje materijala pozadine i materijala kombiniranih svojstava mogu biti fluorescentno žuta, fluorescentno narančasto-crvena i fluorescentno crvena.[2]

### 5.2.1 Fluorescentni prsluk

Fluorescentni prsluci značajno utječe na povećanje sigurnosti i imaju vrlo raširenu primjenu. Koriste se gdje je potrebna visoka uočljivost osoba, a to je npr: radnici u skladištima, građevinski radnici, zaštitari, radnici na cestama i u zračnim lukama, policija i bilo gdje ako je smanjena vidljivost.



Slika 19. Fluorescentni prsluk



Slika 20. Etiketa fluorescentnog prsluka

Vidljivo iz etikete prsluk je napravljen 100% od poliestera. Čisti poliester proizvodi se od nafte, plina i njihovih proizvoda, a proces se odvija u nekoliko faza. 100% poliester može biti tanki prozirni veo ili jaka tkanina od kabanice.

Izgled i svojstva tkanine od poliesterskog vlakna ovise o kemijskom sastavu sirovina, obliku vlakana i vrsti tkanja.

Karakteristike poliestera su:

- Zaštita od nepovoljnih vremenskih uvjeta (vjetar, zračenje, kiša, snijeg).
- Otpornost na habanje, istezanje, trenje i druge vrste fizičkih utjecaja.
- Jednostavna njega, pere se lako, brzo se suši i gotovo da se ne skuplja.
- Tkanina se lako reže, šiva i obrađuje.
- Uz pravilnu njegu neće izgubiti boju.
- Mala težina.
- Niži trošak u usporedbi s prirodnim tkaninama.
- Zaštita od štetočina i plijesni je jako velika.
- Dobro odbija vodu i sprečava stvaranje mrlja.
- Mala elastičnost, tkanina se ne rasteže, a odjeća dobro zadržava oblik.
- Ne upija mirise.

Nedostaci poliestera su:

- Visoka gustoća, odjeća od poliestera je neugodna na vrućini.
- Nemogućnost korištenja kemijskih izbjeljivača jer se vlakna mogu raspasti.
- Sintetika nakuplja statički elektricitet, čestice prašine se mogu zalijepiti za odjeću, a tkanina privlači kožu pa se stvara elektrifikacija.
- Materijal je krut pa se može dodati elastin.
- Poliesterska vlakna mogu uzrokovati alergije.
- Vlakna se teško boje.[21]

Ne postoje posebni zahtjevi za njegu poliestera, ali da bi se zadržale izvorne karakteristike proizvoda, prilikom pranja i peglanja moraju se slijediti pravila koja se nalaze na etiketi:

1. Poliester se može prati na temperaturi do 40 ° C.
2. Tkanina se ne može izbjeljivati.
3. Ne preporuča se sušiti u sušilici.
4. Ne preporuča se glačati.
5. Ne preporuča se kemijsko čišćenje.

Fluorescentni prsluk se upotrebljava za isticanje radnika u uvjetima slabe vidljivosti i u rizičnim situacijama. Kombinacija fluorescentnog osnovnog















materijala s reflektirajućim trakama signalizira prisutnost osobe, na danjem svjetlu ili u mraku. Prsluk treba biti potpuno zakopčan i ne smije se na njega nešto oblačiti i pokrivati ga kako bi se osigurala njegova maksimalna vidljivost. [22]

### 5.3 Zaštitne rukavice

Zaštitne rukavice su izrađene da bi zaštitile ruke od štetnih vanjskih utjecaja u svakodnevnom životu i profesionalnom radu. Danas je na tržištu dostupan veliki broj raznih zaštitnih rukavica s različitom namjenom pa je njihov izbor posebno važan. Zaštitne rukavice imaju cilj pružiti odgovarajuću zaštitu radniku od mehaničkih, kemijskih, bioloških, toplinskih i drugih opasnosti s kojima se radnik susreće na radnom mjestu.

Poslodavci su dužni osigurati radnicima zaštitne rukavice, te odgovarajuće upute o njihovoj pravilnoj i učinkovitoj uporabi.

Tablica 9. Označavanje rukavica [23]

Piktogram	Značenje	Piktogram	Značenje
	Zaštita od mehaničkih opasnosti		Zaštita od hladnoće
	Zaštita od mehaničkih opasnosti		Zaštita od topline i plamena
	Zaštita od ionizirajućeg zračenja		Zaštita od radioaktivne kontaminacije
	Zaštita od motorne pile		Zaštita od kemikalija
	Zaštitne rukavice za vatrogasce		Zaštita od kemikalija
	Informacije		Zaštita od bakteriološke kontaminacije

Da bi rukavice ispunjavale svoju svrhu potrebno ih je pravilno održavati i redovito mijenjati jer u protivnom mogu imati nepoželjne utjecaje, kao što su smanjenje radne efikasnosti zbog umanjene spretnosti šake i prstiju, nepovoljan utjecaj na kožu zbog pojačanog znojenja i nadraženost i alergijske reakcije. Krema ne može zamijeniti zaštitu ruku, ali može umanjiti nepoželjne reakcije na rukama.

Zbog stvaranja sigurnijih uvjeta rada i zaštite radnika potrebno je osigurati zaštitne rukavice koje su proizvedene u skladu s europskim direktivama i normama. One definiraju 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 uporabi rukavica, vodonepropusnost, elektrostatička svojstva, te veličina rukavica i označavanje. Kratica HRN EN označava europsku normu koja je prihvaćena kao hrvatska norma, a HRN EN ISO označava međunarodnu normu koja je prihvaćena kao hrvatska. [24]



Slika 21. Označavanje rukavica [23]

Uz zaštitne rukavice potrebno je uvijek priložiti uputu o načinu održavanja. Oštećenja na rukavicama mogu biti: rupe, posjekotine, ispucanost materijala,

uljne mrlje i dr. Razina zaštitnih svojstava rukavica ne smije biti narušena nakon preporučenog maksimalnog broja pranja i kemijskog čišćenja.



Slika 22. ATG MAXIFLEX ULTIMATE zaštitne rukavice

Rukavice koje se koriste u skladištu su MaxiFlex zaštitne rukavice. ATG MAXIFLEX ULTIMATE 42-874 rukavice služe za precizno rukovanje u suhom okruženju, ultra lagane, obložene nitrilnom mikropjenom, debljina dlana je 1mm, premazan nitrilnom mikropjenom, bez silikona. Oblik, prljanje i osjećaj vodeći u klasi, smanjuju vlaženje ruku i povećavaju udobnost. Rukavice su izdržljive, a pri izradi podstave smanjuje umor i povećava udobnost. Rukavice imaju široku primjenu a to je: dorada i inspekcija, vrtlarstvo, rukovanje sitnim dijelovima, primarna, sekundarna te završna obrada i montaža, održavanje, logistika i skladištenje, upotreba alata i instrumenata, precizna mehanika, rukovanje.[25] Zbog sputavanja u radu i nespretnog pomicanja ruku, radnici rukavice ponekad izbjegavaju. Ergonomski dobro dizajnirane rukavice trebaju biti otporne na razne udare, vibracije, vlagu i kreirane tako da osjet opipa bude jako dobar. Tkanina koja se koristi za unutarnji dio rukavica, dio koji dolazi u dodir s kožom, treba biti izrađen od prirodnih sirovina te ugodna i prozračna. ATG je renomirani proizvođač visokokvalitetnih rukavica te su svoj razvoj usmjerili na četiri najčešća

koncepta radnih i zaštitnih rukavica, MaxiFlex, MaxiDry, MaxiCut i MaxiChem. Fokusrirajući se na inovacije i kvalitetu, ATG dizajnira, razvija i proizvodi rukavice koje pospješuju izvedbu najsofisticiranijeg alata, ruke.

Još neki od proizvođača zaštitnih rukavica su: Boxer, Ilirija, Issa, Orka, Showa, Suprem, Tempex i drugi.

#### **5.4. Zaštitne cipele**

Zaštitne cipele prvenstveno služe za zaštitu od hladnoće, pada teških predmeta na nogu, klizanja, uboda i dr. Obuća treba biti ergonomski oblikovana, udobna i lagana na nogama. Kako bi se znalo zadovoljava li obuća sve propisane zahtjeve, ona mora sadržavati sljedeće podatke koji se uglavnom nalaze na ušivenoj etiketi, a ti podaci su:

- veličina
- identifikacijska oznaka proizvođača
- proizvođačka oznaka tipa obuće
- datum proizvodnje
- broj norme čije zahtjeve zadovoljava
- kategorija obuće
- dodatni zahtjevi.

Odabir zaštitne ili radne obuće proizlazi iz procjene rizika na radnom mjestu. Na osnovi utvrđenih rizika poslodavac u dogovoru s radnicima odabire obuću za zaštitu nogu i stopala koja najbolje odgovara uvjetima na radnom mjestu. Pri odabiru treba obratiti pažnju na: težinu obuće, kvalitetu materijala gornjišta, podstavu, unutarnji potplat, uložak za gibak korak i vanjski potplat. Osobna zaštitna oprema osim pružanja zaštite mora biti i ugodna i udobna za nošenje.

[26]

Prema Pravilniku o uporabi osobnih zaštitnih sredstava poslodavac mora omogućiti obuću koja odgovara radnom mjestu.

Norme i preporuke za izbor radne obuće:

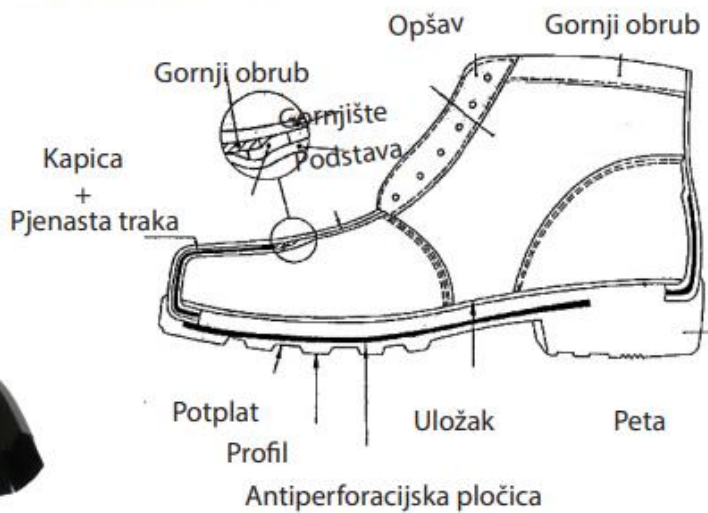
Osobna zaštitna sredstva za zaštitu nogu i stopala moraju biti izrađena u skladu s međunarodnim direktivama i normama.

Prema materijalu od kojeg se obuća izrađuje dijeli se na dvije klase:

- Prva klasa – obuća izrađena od kože i drugih materijala, osim obuće koja je u cijelosti izrađena od gume ili od polimeriziranih materijala.
- Druga klasa: obuća izrađena od gume ili samo od polimera.[27]

Zaštitne cipele trebaju biti lagane s podstavom koja diše, tako da su pogodne za sve vremenske uvjete pa se mogu koristiti za bilo kakvu fizičku aktivnost i obavezno imati zaštitu od udaraca. Proizvodnjom cipela pazi se na otpornost na hladnoću, otpornosti na vodu i disanje kože u vodootpornoj cipeli su svojstva membrane te da su lagane i udobne.

## DIJELOVI CIPELE



### Zaštitne kapice



#### Čelična kapica

Najviši nivo zaštite  
Teške i neudobne

#### Aluminijska kapica

Srednji nivo zaštite  
30% lakše od čeličnih

#### Kompozitna kapica

Najniži nivo zaštite  
30-50% lakše od čeličnih

Slika 23. Dijelovi zaštitne cipele <sup>8</sup>

<sup>8</sup> Osobna\_zastitna\_oprema\_za\_zastitu\_nogu\_i\_stopala.pdf (hzzsr.h

Jedan od mnogih proizvođača cipela je i Aboutblu, brand iz Italije koji ima punih 30 godina iskustva, a naglasak cipela je na dizajnu i visokoj tehnologiji izrade. Standardi po kojima se radi obuća je EN 12568, EN 20344/345, EN ISO 20345, S3, SRC.



Slika 24. Radne cipele Aboutblu

Radne cipele Aboutblu su niske cipele, gornji dio je napravljen od vodonepropusne, ali prozračne tkanine. Prednji dio oko kapice za prste napravljen je od strugane kože i otporan je na grebanje. Kapica za prste je Power Cap XL i napravljena je od kompozitnog materijala (fiberglass i guma). Zbog svog oblika, lakoće i zaštite koju pruža pri visokim i niskim temperaturama kompozitni materijal je jako dobar materijal za zaštitne kapice jer ne sadrži metale. Za razliku od aluminijskih kapica, kompozitne slabije prenose temperaturu pa bolje održavaju temperaturu u cipeli. Kapica nadmašuje potrebe za zadovoljenje standarda EN 12568.

Podstava: Plasmafeel je tehnologija koja brzo upija znoj i disperzira ga. Održava stopalo hladnim i suhim.

Uložak: Tech Soft uložak je prozračan i brzo upija znoj, antistatičan je, protiv gljivica, a aktivni ugljen ublažava mirise i djeluje antibakterijski. Podebljanje na peti ublažava udarce i pomaže u potpori kralježnice i stopala za još veću udobnost.

Đon ili tabanica je lagan, antistatičan i otporan na ulja i ugljikovodike, a zahvaljujući novoj tehnologiji otporan je i na visoke temperature.

Srednji dio đona je kompozitni materijal Texon Enigma. To je nemetalni srednji dio đona napravljen od vlakana visoke otpornosti. Odgovaraju normi EN 12568, EN ISO 20344/345. Enigma T-System je otporan, lagan, fleksibilan i udoban. Namjena ovih cipela je u skladištenju, industriji, građevinarstvu i dr.[28]

Neki od proizvođača zaštitnih cipela su: Proscos, Artra, Červa, DeltaPlus, Safetix, i drugi.

## **6. PAMETNE TKANINE**

Razvojem nanovlakana i pametnih vlakana nastao je veliki napredak te je omogućena proizvodnja tehničkog tekstila sa specifičnim svojstvima. Krajem 20. stoljeća u odjeću su se počele ugrađivati jednostavnije električne komponente i elektronički uređaji koje su prvenstveno imale zabavni izričaj pri čemu je nastala jednostavna e-odjeća. Zbog razmjerno slabe koristi za svog nositelja, visoke cijene, složenosti i općenite neatraktivnosti te uskog kruga korisnika, ova vrsta odjeće nije zaživjela u većoj mjeri.

Početak 21. stoljeća pojavila se nova vrsta odjeće, inteligentna odjeća koju odlikuje ugradnja, međusobna povezanost i skladan rad mnogih elektroničkih elemenata, sklopova i uređaja.

Izumom minijaturnih mikroracunala započela je i njihova ugradnja izravno u odjeću. Ugrađenim sensorima u odjeću i uz primjerenu programske podrške omogućena je tzv. proširena stvarnost, pa je nazvana pametnom odjećom. Svoju atraktivnost pokazala je ponajprije za očuvanju zdravlja ljudi i za vojne svrhe pa



je vrlo brzo dobila na atraktivnosti i stekla široki krug korisnika. Inteligentna odjeća je zasad najsloženija vrsta i predstavlja najviši dosadašnji stadij razvoja odjeće. Osnovno svojstvo joj je mogućnost razabiranja stanja u okolišu, ispravna interpretacija tog stanja, donošenje racionalne odluke o novoj prilagodbi karakteristika odjevnog predmeta spram eventualnih promjena u okolišu i, što je najvažnije, automatska provedba te prilagodbe primjenom ugrađenih izvršnih naprava u odjeći. Odjeća sama mijenja i podešava svoje karakteristike kako bi svom nositelju stvorila optimalne uvjete nošenja. Razvoj i istraživanja su bili izazovni, od odjeće koja je jedinstvena po tome što za vrijeme nošenja mijenja svoju debljinu, do izvršne naprave u obliku termoizolacijskog umetka koji može mijenjati svoju debljinu ovisno o tlaku upuhanog zraka. Za kreirati inteligentnu odjeću potrebna su brojna tehnička i tehnološka znanja i to je tehnički vrlo složen i zahtijevan posao. Odjeća se sastoji se od vanjske školjke, termoizolacijskog umetka, ugrađenih senzora, mjernih sklopova, mikroračunala, softvera za mjerenja, obradu i interpretaciju mjernih rezultata i dr.

Za proizvodnju odjeće potrebno je znanje o sensorima, konstrukciji mikroračunalnih sustava, programiranje, elektronici te znanje o materijalima i visokotehnološkim metodama spajanja. Mogućnost inteligentne odjeće je praćenje promjene temperature okoliša pa pomoću sustava automatski podešava potrebna toplinska svojstva koja osiguravaju optimalnu toplinsku ugodu nošenja odjeće.

Prvi hrvatski i europski patenti iz područja inteligentne odjeće su hrvatski izumi. Nastali su u Hrvatskoj na Sveučilištu u Zagrebu, te su ispitani i prvi funkcionalni prototipovi inteligentne odjeće.[28]

Pametna jakna koja je predstavljena javnosti na izložbi inovacija INOVA 2019. u Zagrebu, zajedničko je djelo hrvatskih i slovenskih znanstvenika s Tekstilno-tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.



Slika 25. Pametna jakna [29]

Jakna izvana izgleda kao i svaka druga, dok su na unutarnjoj strani jakne ugrađene termoizolacijske komore. U komore se može upuhivati ili ispuhivati zrak koji regulira toplinu. Svime upravlja računalo smješteno u džepu što znači da se može regulirati temperatura bez obzira na vanjsku temperaturu. Jakna sadrži pametni rukav u kojem postoji mehanizam koji osobama oboljelima do demencije kaže: probudi se, pojedite doručak, popij tabletu...i sve drugo što bi im trebalo pomoći i olakšati život. Naredbe na jakni mogu biti zvučne i vizualne, pa ih pomoću mobitela ili računala može poslati liječnik ili skrbnik osobi koja nosi jaknu. U jaknu je ugrađen i GPS za lakši pronalazak osobe ako odluta. [30]

Proizvodi koji nastaju od pametnih materijala su sigurniji, teže ka očuvanju energije, zaštiti okoliša i ekološki prihvatljiviji. Primjena ovakvog tekstila ima širok spektar i izuzetno će promijeniti način života ljudi, unaprijedit će medicinu, poboljšati sportske aktivnosti, unaprijediti vojsku.

## 7. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Složeni koncept funkcionalne zaštitne odjeće uključuje istraživanje, znanje, projektiranje, dizajn i razvoj sustava za izradu zaštitne odjeće. Danas su najveća istraživanja usredotočena na razvoj vlakana kao početnog procesa proizvoda za funkcionalnu zaštitnu odjeću. Napretkom tekstilne industrije te stvaranjem tekstilnih plošnih vlakana, kombinacijom tkanih i netkanih materijala, višeslojnih proizvoda, kompozita, tkanina predstavlja glavni proizvod u gotovo svim zaštitnim sredstvima. Za izradu odjeće za osobnu zaštitu danas se sve više koriste novi materijali s prilagođenim konstrukcijskim parametrima, vrši se površinska obrada i različita kombiniranja s drugim materijalima da bi se dobila ciljana svojstva određenog materijala, a samim tim i maksimalna zaštita radnika. Najzdraviji, a ujedno i najsigurniji tekstilni proizvod za zaštitu tijela je tkanina. Cilj izrade zaštitne odjeće je zaštititi radnike na različitim radnim mjestima od ozljeda i raznih situacija koje mogu biti opasne po život.

Zaštitna odjeća i obuća mora ispunjavati najviši stupanj sigurnosti i sve standarde te biti u skladu sa zahtjevima radne okoline u skladištu. Da bi se to ostvarilo treba se uskladiti izrada radne odjeće i materijali od kojih se rade. Dužnost svakog poslodavca je osigurati svu zaštitnu odjeću svim radnicima i na svim radnim mjestima, te samim tim zaštititi radnike.

Radne hlače štite radnike od potencijalnih opasnosti i ozljeda, a rade se od vlakana otpornih na habanje i visoka naprezanja. Hlače ne smiju imati grubu površinu koja bi mogla iritirati ili ozlijediti radnika. Pravilan odabir veličine hlača je važan jer daju udobnost, lakoću kretanja i maksimalnu zaštitu. Pri izradi zaštitne odjeće obavezno se stavljaju etikete na kojima se nalaze informativni podaci o odjeći, tj. o njenom održavanju, da bi se očuvala njena funkcionalnost za koje je namijenjena. U koliko se odstupa od preporučenog održavanja, odjeća gubi svoja svojstva i neće zadovoljavati kriterije koji su potrebni na radnom mjestu. Podaci o održavanju odjeće moraju biti napisani na službenom jeziku zemlje gdje se koriste.

Korištenje zaštitnih rukavica u skladištu je neminovno, a njihova svrha je da štite radnike od mehaničkih udara, rezanja, prljavštine, hladnoće i dr. Unutarnji dio rukavica treba biti od tkanine koja se stavlja kao pojačanje za zaštitu kože ruku kao i od drugih ozljeda.

Svrha radnih cipela je zaštititi noge od hladnoće, skliznuća, padova teških premeta na nogu i dr. Ergonomski oblikovane cipele su jako važne za svakog radnika jer osim nogu čuvaju i kralježnicu od oštećenja. Pravilno oblikovane cipele olakšavaju dugo stajanje i hodanje na nogama.

Reflektirajući prsluk je bitan jer daje bolju preglednost i uočavanje radnika i danju, a naročito noću pri smanjenoj vidljivosti. Svi radnici u skladištu su obavezni nositi prsluk i ne smije se ništa oblačiti preko prsluka zbog bolje uočljivosti.

Razvojem tehnologije početkom 21. stoljeća počela se proizvoditi pametna odjeća koju odlikuje ugradnja i skladan rad mnogih elektroničkih elemenata i sklopova. Odjeća ima mogućnost da sama mijenja i podešava svoje karakteristike kako bi stvorila optimalne uvjete nošenja. U današnje vrijeme sve više se pažnje poklanja pametnoj odjeći, pa primjena takvog tekstila će promijeniti način života ljudi.

Svaka nezgoda koja se desi na radu je neželjen događaja te može imati veće ili manje posljedice na radnika. Pri ispravnoj primjeni zaštitne odjeće i obuće kao i odgovornom ponašanju, sigurnost radnika je na visokoj razini prilikom obavljanja radnih zadataka. Do ozljeda na poslu najčešće dolazi kad radnik nije upućen u način rada ili kad zanemaruju propise na radu koji su regulirani preko Zaštite na radu Ustava RH, Statutom kao i Pravilnikom o zaštiti na radu.

Uz korištenje radne odjeće koja je namijenjena u skladištu, svaki radnik je dužan držati se svih uputa o zaštiti na radnom mjestu, pažljivo i odgovorno izvršavati svoj posao te paziti da ne ugrožava niti sebe, niti druge radnike.

## 8. LITERATURA

- [1] Binder2 press (hzzzs.hr) (pristupila 9.7.2021.)
- [2] Zaštitna-odjeća.pdf (hzzzs.hr) (pristupila 9.7.2021.)
- [3] Pejnović, N. (2015): Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela, Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, Zagreb
- [4] Tekstil\_1\_2\_2013\_gersak\_031\_037.pdf (pristupila 10.7.2021.)
- [5] tehnički tekstil | Hrvatska tehnička enciklopedija (lzm.hr) – (pristupila 10.7.2021.)
- [6] tekstilije | Hrvatska enciklopedija (pristupila 10.7.2021.)
- [7] Tekstilni materijali, R. Čunko, E. Pezelj, Čakovec 2002.
- [8] tekstilna tehnologija | Hrvatska enciklopedija (pristupila 10.7.2021.)
- [9] Tehničke tkanine, S. Kovačević, I. Schwarz, S. Brnada, Zagreb 2020.
- [10] KOMPOZITNI MATERIJALI | Metalurgija (wordpress.com) (pristupila 10.8.2021.)
- [11] Čunko R., M. Andrassy: Vlakna, Zrinski d.d. Čakovec, Zagreb 2005
- [12] Zulić D., A. M. Grancarić: Alkalne pektinaze za iskuhavanje pamuka, Tekstil 51, (2002.) 1, 128-135 (pristupila 13.7.2021.)
- [13] Sve o materijalu: prirodna vlakna | Svijet metraže (svijetmetraze.hr)
- [14] Svojstva celuloze, proizvodnja i primjena (sciencealpha.com)
- [15] vlakna.pdf (lzm.hr) (pristupila 18.7.2021.)
- [16] Pages\_from\_tekstil\_3\_4\_2014\_peran.pdf (pristupila 18.7.2021.)
- [17] Pejnovic.pdf - OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA ZA ZAŠTITU TIJELA - UDK 614.89 - 10.7.2021.
- [18] Horvat J., Regent A.: Osobna zaštitna oprema, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009., ISBN 978-953-6911-43-1
- [19] Pravilnik o sirovinskom sastavu i nazivima tekstila (nn.hr) (pristupila 13.7.2021.)
- [20] Proizvodi - Hemco - zaštitna odjeća i oprema (pristupila 14.8.2021.)
- [21] Poliester: kakva je to tkanina od 100% poliestera, opis - Šivanje - 2021 (abcdadecoracao.com) (pristupila 15.7.2021.)
- [22] sioen\_user-manual\_hr.indt (sioenapparel.com) (pristupila 15.7.2021.)

- [23] Rukavice-za-zaštitu-od-opasnosti-i-štetnosti-pri-radu.pdf(hzzzs.hr)
- [24] OZS-za-zaštitu-ruku.pdf (hzzzs.hr) (pristupila 25.7.2021.)
- [25] Cijena ATG MAXIFLEX ULTIMATE 42-874 zaštitne rukavice - Enormis | Prodaja zaštitne opreme (pristupila 27.7.2021.)
- [26] Osobna zaštitna oprema za zaštitu nogu, stopala i glave – Sindikat grafičara i medija (sgim.hr) (pristupila 28.7.2021.)
- [27] OZO-noge.pdf (hzzzs.hr) (pristupila 28.7.2021.)
- [28] Webshop - Enormis | Prodaja zaštitne opreme (pristupila 4.8.2021.)
- [29] Odjeća za dementne (tportal.hr) (pristupila 2.8.2021.)
- [30] (dnevnik.hr) (pristupila 4.8.2021.)
- [31] Popis hrvatskih normi za osobnu zaštitnu opremu (nn.hr) (pristupila 19.9.2021)

## 9. PRILOZI

### 9.1 Popis slika

Slika 1. Radni kombinezon, jakna i hlače .....	4
Slika 2. Primjeri označavanja veličine zaštitne odjeće .....	8
Slika 3. Multidisciplinarni pristup projektiranju funkcionalne zaštitne odjeće .....	9
Slika 4. Prirodna vlakna – vuna .....	12
Slika 5. Kompozitni materijal ojačan a) česticama b) vlaknima c) laminatni .....	15
Slika 6. Morfološka građa pamuka .....	17
Slika 7. Mineralno vlakno .....	19
Slika 8. Građa molekule celuloze, strukturna formula celuloze .....	21
Slika 9. Poliesterska vlakna različitih oblika poprečnog presjeka .....	22
Slika 10. SEM snimke poprečnog presjeka mikrovlakna .....	24
Slika 11. Mikroskopski prikaz nanovlakna .....	26
Slika 12. Odnos čvrstoće( $\sigma$ ) i istezanja ( $\epsilon$ ) nekih prirodnih i umjetnih vlakana ..	27
Slika 13. Vrste niti prema načinu pređenja .....	28
Slika 14. Smjer uvijanja vlakana u niti, S-uvoji i Z-uvoji .....	28
Slika 15. Zaštitna odjeća i obuća u skladištu .....	30
Slika 16. Radne hlače                      Slika 17. Etiketa radnih hlača .....	36
Slika 18. Vrste zaštitne odjeće visoke vidljivosti s obzirom na razinu zaštite ....	38
Slika 19. Fluorescentni prsluk              Slika 20. Etiketa fluorescentnog prsluka ...	39
Slika 21. Označavanje rukavica .....	42
Slika 22. ATG MAXIFLEX ULTIMATE zaštitne rukavice .....	43
Slika 23. Dijelovi zaštitne cipele .....	46
Slika 24. Radne cipele Aboutblu .....	47
Slika 25. Pametna jakna .....	50



## 9.2 Popis tablica

Tablica 1. Piktogrami za zaštitnu odjeću i područje zaštite .....	8
Tablica 2. Kemijski sastav pamučnog vlakna .....	17
Tablica 3. Nazivi i kratice umjetnih vlakana .....	20
Tablica 4. Klase tekstilnih vlakana prema finoći .....	24
Tablica 5. Specifična gustoća nekih vlakana i niti .....	29
Tablica 6. Klasifikacija parametara materijala za zaštitnu odjeću.....	33
Tablica 7. Kontrolne dimenzije za pojedine dijelove odjeće .....	34
Tablica 8. Dimenzije radnih hlača.....	35
Tablica 9. Označavanje rukavica .....	41