

# OSOBNNA ZAŠTITA OPREMA U VATROGASTVU

---

**Kopjar, Milica**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*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:128:153078>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



**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

Milica Kopjar

# **OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA U VATROGASTVU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Milica Kopjar

# **PROFESSIONAL PROTECTIVE EQUIPMENT IN FIREFIGHTING**

FINAL PAPER

Karlovac, 2023.

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

Milica Kopjar

# **OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA U VATROGASTVU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Snježana Kirin, prof. struč. stud.

Karlovac, 2023.



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

**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 / specijalistički studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, 2023.

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Milica Kopjar

Matični broj: 0248078660

Naslov: Osobna zaštitna oprema u vatrogastvu

Opis zadatka: Cilj ovog završnog rada bio je temeljito ukazati na osobnu zaštitnu opremu u vatrogastvu. Kolika je važnost zaštitne opreme, zakona, normi i propisa koji se postavljaju na zaštitnu opremu za vatrogasce sukladno propisanim mjerama te od kojih materijala se izrađuje obzirom na samu djelatnost i opis poslova koje obavljaju.

Zadatak zadao:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

.....

.....

.....

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

dr. sc. Snježana Kirin, prof. struč. stud.

Lidija Jakšić, mag.ing.cheming.,pred.

## **PREDGOVOR**

Po završetku ovog akademskog putovanja, želim izraziti zahvalnost svima koji su doprinijeli mom uspjehu.

Zahvaljujem se mentorici dr. sc. Snježani Kirin prof. v. š. na pomoći, smjernicama i dijeljenju svojeg znanja i iskustva prilikom pisanja završnog rada.

Nadalje, hvala mojoj obitelji, mužu, prijateljima na podršci i strpljenju tijekom mog školovanja.

I na kraju, hvala mojim kolegama koji su bili uz mene tijekom mog studiranja te čija mi je podrška i poticanje na rad bila od neizmjerne pomoći. Bez vaše podrške, ovaj uspjeh ne bi bio moguć.

Hvala Vam što ste bili dio mog akademskog putovanja.

## SAŽETAK

Osobna zaštitna oprema važna je komponenta u vatrogastvu, pružajući vatrogascima zaštitu tijekom intervencija u gašenju požara i spašavanju života. Obuhvaća različite vrste materijala kako bi zaštitile vatrogasce tijekom obavljanja njihovih dužnosti.

Stoga u ovom radu informirati ćete se kojim propisanim normama, zakonima i pravilnicima treba zadovoljavati osobna zaštitna vatrogasna oprema, kao i vrste materijala, izdržljivost, kvaliteta i održavanje osobne zaštitne opreme u vatrogastvu.

Obzirom na različite situacije rada, prikazat će se vrste osobne zaštite opreme.

**Ključne riječi:** vrste osobne zaštitne opreme; materijali; norme; pravilnici; zakoni; održavanje osobne zaštitne opreme;

## **ABSTRACT**

Personal protective equipment is an important component in firefighting, providing firefighters with protection during firefighting and lifesaving interventions. It includes different types of materials to protect firefighters while performing their duties.

Therefore, in this paper you will be informed about the prescribed norms, laws and regulations that personal protective firefighting equipment must meet, as well as the types of materials, durability, quality and maintenance of personal protective equipment in firefighting.

Considering the different work situations, the types of personal protection equipment will be shown.

**Keywords:** types of personal protective equipment; materials; norms; regulations; laws; maintenance of personal protective equipment;



# SADRŽAJ

<b>ZADATAK ZAVRŠNOG RADA</b> .....	V
<b>PREDGOVOR</b> .....	VI
<b>SAŽETAK</b> .....	VII
<b>ABSTRACT</b> .....	VIII
<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Predmet i cilj rada .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	1
<b>2. ZAKONI, PRAVILNICI I NORME ZA OSOBNU ZAŠTITNU OPREMU</b> .....	2
2.1. Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme .....	2
2.2. Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasne intervencije, NN 31/2011. ....	4
2.3. Hrvatske norme za osobnu zaštitnu opremu .....	6
<b>3. MATERIJALI ZA IZRADU ZAŠTITNE OPREME</b> .....	9
3.1. Nomex® .....	9
3.2. Kevlar® .....	11
3.3. Sympatex® .....	12
<b>4. ZAŠTITNA ODJEĆA ZA ZAŠTITU OD TOPLINE I PLAMENA</b> .....	15
4.1. Radna vatrogasna odijela .....	20
4.2. Interventna vatrogasna odijela .....	22
4.3. Skupna vatrogasna oprema .....	27
4.4. Kemijska zaštitna odijela .....	29
4.5. Ostala vatrogasna oprema .....	31
<b>5. ODRŽAVANJE I TESTIRANJE ODJEVNIH SUSTAVA NAMIJENJENIH ZAŠTITI OD TOPLINE I PLAMENA</b> .....	40
<b>6. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	42
<b>7. Rezultati i rasprava</b> .....	43
<b>8. ZAKLJUČAK</b> .....	51
<b>9. LITERATURA</b> .....	52
<b>10. PRILOZI</b> .....	55
10.1. Popis slika .....	55
10.2. Popis tablica .....	56

## **1. UVOD**

Vatrogasci se svakim novim radnim danom suočavaju s raznim teškim, nepovoljnim i životnim uvjetima, uloga opreme je da štiti tijelo od vanjskih utjecaja. Glavna i najvažnija funkcija zaštitne odjeće je stvaranje granice između čovjeka i okoline kako bi se regulirala tjelesna temperatura u odnosu na okolinu.

Vatrogastvo je služba u kojoj vatrogasac s namjerom ulazi na opasno mjesto u situacijama kada ostali ljudi odlaze ili bježe. Osobna zaštitna oprema u vatrogastvu posljednja je granica obrane života i zdravlja ljudi. Dakle, uporaba što kvalitetnije i udobnije osobne zaštitne opreme vrlo je važna.

Sami vatrogasci rade u vrlo raznolikim radnim uvjetima. Najčešće su izloženi opasnostima kao što su opasnosti od plamena, dima, otrovnih plinova, isparavanja, urušavanja objekta i predmeta [1].

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

Završni rad koncipiran je tako da se fokusiramo na istraživanje osobne zaštitne opreme u vatrogastvu, razumijevanje njezinog sastava, regulaciju i njezinu učinkovitost. Time želimo istražiti kako osobna zaštitna oprema utječe na sigurnost vatrogasaca te kako se može dalje unaprijediti kako bi se smanjili rizici s kojima se oni suočavaju.

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

Prilikom pisanja završnog rada koristila sam literaturu koja se odnosi na osobna zaštitna sredstva, njihovu primjenu u vatrogastvu te karakteristike osobnih zaštitnih sredstava. Literature obuhvaćaju knjige, znanstvene članke te web stranice. Također su korišteni norme, zakoni i pravilnici o uporabi osobne zaštitne opreme.

## **2. ZAKONI, PRAVILNICI I NORME ZA OSOBNU ZAŠTITNU OPREMU**

Vatrogasna odjeća štiti vatrogasca pri gašenju požara, spašavanju ljudskih života, te sprječavanju štete na imovini i okolišu. Vatrogasci su danas sve više izloženi kemijskim i biološkim agensima, kao i utjecaju toksičnih industrijskih kemikalija i materijala prilikom akcidenata u kemijskoj, petrokemijskoj i farmaceutskoj industriji. U takvim akcidentnim situacijama vatrogasci trebaju biti opremljeni zaštitnom odjećom koja će im omogućiti odgovarajuću udobnost. Stoga zaštitna odjeća treba zadovoljiti zaštitu od kemijskih i bioloških štetnosti.

Kako bi zaštitili živote vatrogasaca donesen je Pravilnik o uporabi osobne zaštitne odjeće u kojoj su propisana pravila vezano za zaštitnu opremu, Zakoni u vatrogastvu te norme [1].

### **2.1. Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme**

Osobna zaštitna oprema definira se u Pravilniku o uporabi osobne zaštitne opreme kao sva oprema koju radnik nosi, drži ili na bilo koji drugi način koristi na radu pri obavljanju poslova, tako da ga štiti od jednog ili više izvora opasnosti odnosno štetnosti koji bi mogli ugroziti njegovu sigurnost i zdravlje. Osobnom zaštitnom opremom smatra se i svako pomagalo ili dodatak koji se koristi za postizanje svrhe.

Način na koji se upotrebljuje zaštitna oprema, a naročito njena učestalost uporabe određuje se na temelju razine rizika, učestalost rizika, uvjeta na mjestu rada i prilagodbe osobne zaštitne opreme specifičnostima na mjestu rada, opreme i uvjeta u kojima radnik istu mora koristiti na mjestu rada.

Osobnu zaštitnu opremu radnici koriste na poslovima na kojima nije moguće u dovoljnoj mjeri otkloniti ili smanjiti rizike za sigurnost i zdravlje na radu primjenom osnovnih pravila zaštite na radu ili odgovarajućom organizacijom rada [2].

Poslodavac osigurava radnicima osobnu zaštitnu opremu koja mora ispunjavati sljedeće zahtjeve:

- da je projektirana i proizvedena u skladu s bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima i pravilima za slobodno kretanje na tržištu
- da je namjenski izrađena za zaštitu od očekivanih rizika i da njena uporaba ne uzrokuje daljnje rizike za sigurnost i zdravlje radnika
- da odgovara postojećim uvjetima na mjestu rada
- da odgovara ergonomskim potrebama i zdravstvenom stanju radnika
- da je izrađena i oblikovana na način da je radnik može pravilno prilagoditi na jednostavan način [2].

Poslodavac mora na vlastiti trošak radnicima osigurati ispravnu osobnu zaštitnu opremu, provoditi postupke održavanja, popravaka i zamjene osobne zaštitne opreme te osigurati zadovoljavajuće higijensko stanje opreme. Mora osigurati i staviti na raspolaganje radnicima tehničke upute te upute za uporabu osobne zaštitne opreme. Pravovremeno i prethodno mora obavijestiti radnika o rizicima od kojih ga štite dodijeljena osobna zaštitna oprema. Također, poslodavac je dužan osigurati da radnici namjenski koriste osobnu zaštitnu opremu i u skladu s preuzetim uputama koje im moraju biti razumljive.

Zaštitna odjeća, uključujući zaštitu za cijelo tijelo (tj. Odiijela i kombinezoni) i zaštitu za dio tijela (tj. nazvuci, hlače, prsluci, pregače, štitnici za koljena, kapuljače i potkape) za zaštitu od:

- Mehaničkih opasnosti
- Toplinskih rizika (vrućina, plamen i hladnoća)
- Kemikalija
- Bioloških agensa
- Ionizirajućeg zračenja i radioaktivnosti
- Ne ionizirajućeg zračenja (ultraljubičasto, infracrveno, solarno ili zračenje od zavarivanja)
- Strujnog udara i rada pod naponom (antistatička, vodljiva i izolacijska)
- Zahvaćanja i zaplitanja [2]

## **2.2. Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasne intervencije, NN 31/2011.**

Prema Pravilniku o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasne intervencije određuje se zaštitna i druga osobna oprema koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasnih intervencija, tehnički zahtjevi za zaštitu i drugu osobnu opremu te namjena zaštitne i druge osobne opreme pripadnika javnih vatrogasnih postrojbi, dobrovoljnih vatrogasnih društava, profesionalnih vatrogasnih društava, dobrovoljnih vatrogasnih društava u gospodarstvu te intervencijskih vatrogasnih postrojbi.

Dakle, osobna zaštitna oprema je oprema koju vatrogasac tijekom vatrogasne intervencije osobno koristi, dok zajednička zaštitna oprema vatrogasne postrojbe je oprema koju tijekom vatrogasne intervencije može koristiti bilo koji vatrogasac.

Osobnu zaštitnu opremu vatrogasci moraju nositi pri gašenju požara, spašavanju osoba i imovine, zaštiti okoliša i drugim intervencijama u kojima se susreću s opasnostima za njihovu sigurnost i zdravlje.

Pod osobnu zaštitnu opremu pripadnika vatrogasnih postrojbi iz Pravilnika o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu je:

- Zaštitna odjeća za vatrogasce,
- Zaštitna odjeća za gašenje požara na otvorenom prostoru,
- Zaštitna vatrogasna potkapa,
- Obuća za vatrogasce,
- Zaštitne vatrogasne rukavice,
- Zaštitna vatrogasna kaciga, štitnici lica i viziri,
- Zaštitna kaciga za požare na otvorenom prostoru,
- Maska za cijelo lice,
- Polumaska ili četvrtmaska,
- Zaštitni pojas za vatrogasce,
- Zaštitne vatrogasne naočale,
- Rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika [3].

Dok pod zajedničku zaštitnu opremu pripadnika vatrogasnih postrojbi iz pravilnika o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu spadaju:

- Osobna zaštitna oprema za sigurno vezanje pri radu i sprječavanje pada s visine,
- Osobna zaštitna oprema protiv pada s visine,
- Naprave za učvršćivanje za zaštitu od pada s visine,
- Spasilačka oprema,
- Samostalni ronilački uređaji,
- Reflektirajuća odjeća za posebna gašenja požara,
- Odjeća za zaštitu od kemikalija (odijela za zaštitu od plinova, odijela za zaštitu od tekućih kemikalija, odijela za zaštitu od lebdećih čestica i dr.),
- Odjeća za zaštitu od kontaminacije radioaktivnim česticama,
- Vatrogasna užad,
- Naprave za zaštitu dišnih organa (samostalni uređaji za disanje i filtarske naprave)
- Filtri za zaštitu od plinova i/ili čestica,
- Rukavice za zaštitu od kemikalija i mikroorganizama,
- Kišno odijelo,
- Ribarske čizme

Druga ili ostala osobna oprema pripadnika vatrogasnih postrojbi iz Pravilnika o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu je :

- prijenosni uređaji za mjerenje koncentracije zapaljivih plinova i para u zraku (eksplozimetri), otrovnih i štetnih plinova i para u zraku (toksimetri) i kisika u zraku,
- osobni dozimetar za očitavanje primljene doze zračenja tijekom intervencije,
- detektor radioaktivnog zračenja,
- protueksplozijski zaštićena baterijska svjetiljka,
- baterijska svjetiljka,
- torba s kompletom za pružanje prve pomoći [3].

Zaštitna vatrogasna potkapa koristi se u intervencijama gašenja požara. Obuća za vatrogasce koristi se u intervencijama gašenja požara i drugim intervencijama u kojima se javljaju opasnosti od topline i plamena, opasnih tvari i mehaničkih ozljeda. Zaštitne vatrogasne rukavice koriste se u intervencijama gašenja požara i drugim intervencijama u kojima se javlja opasnost od topline, plamena i mehaničkih ozljeda.

### 2.3. Hrvatske norme za osobnu zaštitnu opremu

Hrvatski zavod za norme je neovisna i neprofitna javna ustanova osnovana kao nacionalno normirano tijelo Republike Hrvatske radi ostvarivanja ciljeva normizacije:

- povećanja razine sigurnosti proizvoda i procesa,
- čuvanja zdravlja i života ljudi te zaštite okoliša,
- promicanja kvalitete proizvoda, procesa i usluga,
- osiguranja svrsishodne uporabe rada, materijala i energije,
- poboljšanja proizvodne učinkovitosti,
- ograničenja raznolikosti, osiguranja spojivosti i zamjenjivosti te
- otklanjanja tehničkih zapreka u međunarodnoj trgovini.

Prema normama za osobnu zaštitnu opremu određuje se zaštitna oprema koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasnih intervencija, tehnički zahtjevi za zaštitnu i drugu osobnu opremu te namjena zaštitne i druge osobne opreme pripadnika javnih vatrogasnih postrojbi, dobrovoljnih vatrogasnih društava, profesionalnih vatrogasnih društava, dobrovoljnih vatrogasnih društava u gospodarstvu te intervencijskih vatrogasnih postrojbi. U tablici 1 prikazane su hrvatske norme koje su vezane uz proizvodnju same odjeće i radne opreme za vatrogasce i obavljanja djelatnosti koje su usko povezane s vatrogastvom [4].

Tablica 1. Hrvatske norme za osobnu zaštitnu opremu [4].

<b>POPIS HRVATSKIH NORMI ZA OSOBNU ZAŠTITNU OPREMU</b>			
<b>Oznaka hrvatske norme</b>	<b>Naslov hrvatske norme</b>	<b>Oznaka europske norme</b>	<b>Naslov europske norme</b>

HRN EN ISO 13688:2013	Zaštitna odjeća opći zahtjevi ( EN ISO 13688:2013)	EN ISO 13688:2013	Protective clothing - general requirements
HRN EN 469:2006	Zaštitna odjeća za vatrogasce – zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za gašenje požara (EN 469:2005)	EN 469:2005	Protective clothing for firefighthers - performance requirements for protecitve clothing for firefighting
HRN EN 469:2006/A1:2008	Zaštitna odjeća za vatrogasce – zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za gašenje požara (EN 469:2005/A1:2006)	EN 469:2005/A1:20006	Protective clothing fir firefighthers – performance requirements for protective clorhing for firefighting
HRN EN 469:2006/AC:2007	Zaštitna odjeća za vatrogasce – zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za gašenje požara (EN 469:2005/AC:2006)	EN 469:2005/AC:2006	Protective clothing for firefighthers – performance requirements for protective clothing for firefighting
HRN EN 1486:2007	Zaštitna odjeća za vatrogasce – ispitne metode i zahtjevi za reflektirajuću odjeću za posebna gašenja požara (EN 1486:2007)	EN 1486:2007	Protective clothing for firefighthers – test methods and requirements for reflective clothing for specialized firefighting
HRN EN 13911:2005	Zaštitna odjeća za vatrogasce – zahtjevi i ispitne metode za vatrogasne potkape za vatrogasce (EN 13911:2004)	EN 13911:2004	Protective clothing for firefighthers – requirements and test methods for firehoods for firefighthers
HRN EN 15614:2008	Zaštitna odjeća za vatrogasce – laboratorijske metode i zahtjevi za svojstva za odjeću koja se nosi na	EN 15614:2007	Protective clothing for firefighthers – laboratory test methods and performance



	otvorenom prostoru (EN 15614:2007)		requirements for wildland clothing
HRN EN ISO 11612:2009	Zaštitna odjeća – odjeća za zaštitu od topline i plamena (ISO 11612:2008; EN ISO 11612:2008)	EN ISO 11612:2008	Protective clothing – clothing to protect against heat and flame (ISO 11612:2008)
HRN EN ISO 12127- 2:2008	Odjeća za zaštitu od dopline i plamena – određivanje prijenosa topline dodira kroz zaštitnu odjeću ili sastavne materijale – 2.dio: Ispitna metoda s uporabom dodirne topline koja nastaje ispuštanjem malih cilindara (ISO 1217- 2:2007; EN ISO 12127-2:2007)	EN ISO 12127-2:2007	Clothing for protection against heat and flame – determination of contact heat transmission through protective clothing or constituent materials – part 2: test method using contact heat produced by dropping small cylinders (ISO 12127-2:2007)
HRN EN ISO 14116:2008	Zaštitna odjeća – zaštita od topline i plamena- materijali, kombinacije materijala i odjeća ograničena širenja plamena (ISO 14116:2008; EN ISO 14116:2008)	EN ISO 14116:2008	Protective clothing – protection against heat and flame – limited flame spread materials, material assemblies and clothing (ISO 14116:2008)
HRN EN 702:2001	Zaštitna odjeća – zaštita od topline i plamena – ispitna metoda Određivanje prijenosa dodirne topline kroz zaštitnu odjeću ili njezine materijale ( EN 702:1994)	EN 702:1994	Protective clothing – protection against heat and flame – test method: determination of the contact heat transmission through protective clothing or its materials

### 3. MATERIJALI ZA IZRADU ZAŠTITNE OPREME

Osobna zaštitna oprema svojim materijalima i svojstvima ima ulogu da štiti tijelo od ozljeda. Ono što je bitno pri izradi i dizajnu osobne zaštitne opreme je udobnost, duljina trajanja i cijena. Važne karakteristike u proizvodnji materijala su otpornost na habanje, stvaranje elektriciteta, perivost, postojanost na kemikalije, apsorpcija vlage i mogućnost stvaranja udobnosti materijala. Kako je nabava uvjetovana cijenom opreme, osobna zaštitna oprema razlikuje se od zemlje do zemlje, te unutar vatrogasnih postrojbi te dobrovoljnih vatrogasnih društava [1].

Materijali koji se koriste za izradu odjeće za zaštitu od topline i plamena trebaju imati otpornost na toplinu odnosno povišenu temperaturu, otpornost na zapaljenje i gorenje pri kontaktu s plamenom, otpornost na taljenje i kapanje te trebaju pružati što višu toplinsku izolaciju. Zato se danas vanjski sloj zaštitne jakne izrađuje najčešće od tkanina sirovinskog sastava Nomex® (meta-aramidno vlakno tvrtke Du Point) u mješavini s drugim aramidnim vlaknima u omjerima 75% Nomex®, 25% aramidna vlakna, odnosno 95% Nomex® i 5% aramidna vlakna. Za razliku od vatrogasnih odijela u vatrogasne čizme se osim PBI, Kevlara i Nomex-a ugrađuje i Sympatex®.

Materijali koji se koriste za izradu odjeće su:

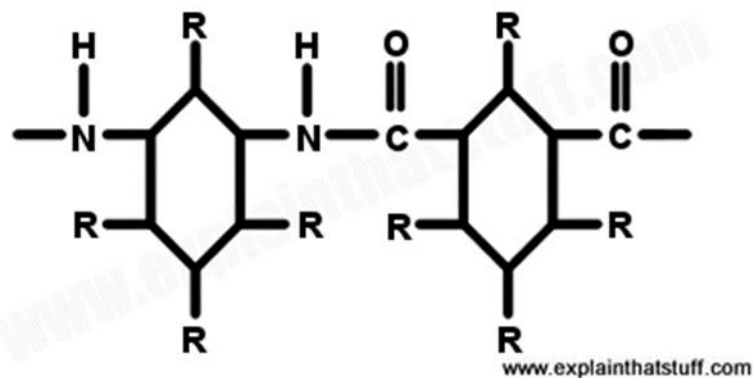
- prirodni, vatrootporni tretirani materijali npr. Proban®, Pyrovatex®, Indura®,
- umjetni, inherentno vatrootporni materijali npr. Nomex®, Kermel®, Kevlar®,
- kombinacija prirodnih i umjetnih materijala [5].

#### 3.1. Nomex®

Nomex® je robna marka tekstila otpornog na toplinu i plamen koju je proizvela kemijska tvrtka DuPont™. Tehnički, to se zove sintetički aromatski poliamidni polimer. Zasluge za ovaj izvrstan izum pripadaju dr. Wilfredu Sweenyju (1926.-2011.), znanstveniku rođenom u Škotskoj koji radi u svjetskom poznatom laboratoriju DuPont u Wilmingtonu u Delawareu koji je također izumio najlon i kevlar. Dok je istraživao polimere, razvio je jedan materijal s posebno dobrim toplinskim svojstvima koja bi se mogla utkati u vrlo tvrdo vlakno. Otkako je Nomex® predstavljen 1967. godine, spasio

je žvite nebrojenih vatrogasaca, pilota, vojnika, industrijskih radnika i, naravno, vozača utrka!.

Sintetičko sredstvo napravljeno u kemijskom laboratoriju. Sintetički tekstil (kao što su najlon, poliester i drugi) umjetne su kemikalije koje su napravili kemičari. Oni su suprotnost prirodnim vlaknima kao što su vuna (od životinja) i pamuk (od biljaka). Ukratko, ono od čega se sastoji Nomex® je umjetni tekstil čiji su prstenasti monomeri povezani u čvrste, duge lance za izradu neizmjereno jaka vlakna. Kada bi ga razvrstali u atome (prikaz na slici 1) imali bi četiri hrpe ugljikovog vodika, kisika i dušika [6].



Slika 1. Kemijska struktura Nomexa [6].

Nomex® dolazi u tri vrste. Koristi se sama kao 100% Nomex®, pomiješan sa do 60% kevlara ili pomiješan s kevlarom i antistatičkim vlaknima. Nomex® materijal koristi se u vatrogastvu jer je on sam po sebi otporan na plamen. Jednako važno, njegova debela tkana struktura sintetičkih vlakana vrlo je loš vodič topline. Osim visoke otpornosti na toplinu i plamen, njegova čvrsta struktura izuzetno je jaka te također ne reagira ni s vodom. Osim toga, zaustavlja protok električne energije što znači da je izuzetno siromašan vodič to jest gotovo savršeni izolator [6].

### 3.2. Kevlar®

Kevlar® je snažno sintetičko vlakno otporno na toplinu, povezano s Nomexom i drugima. Razvila ga je Stephanie Kwolek u DuPontu 1965. godine. Kevlar spada pod jaku plastiku. Sintetička plastika izrađena polimerizacijom (spajanje molekula dugog lanca) i one imaju različita svojstva. Kevlarova nevjerojatna svojstva dijelom su posljedica njegove unutarnje strukture zbog njegove molekule koje su prirodno raspoređene pravilnim i paralelnim linijama, a dijelom zbog načina na koji je napravljen u vlakna koja su čvrsto pletena zajedno (slika 2)[7].



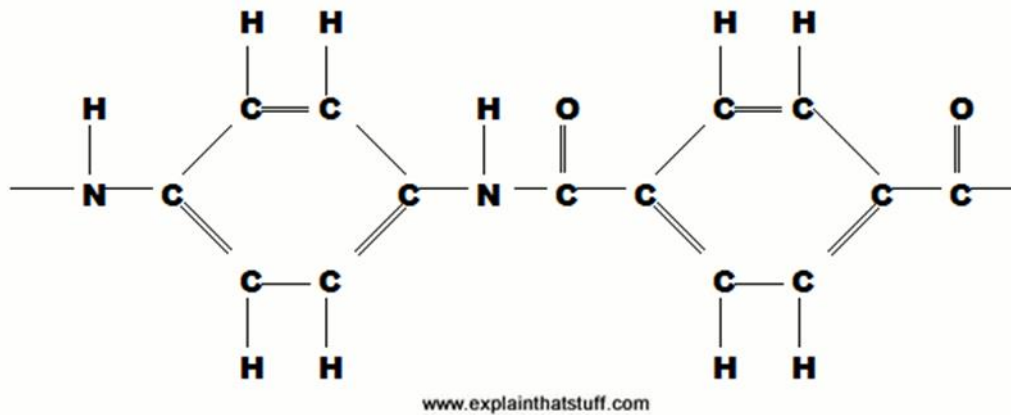
Slika 2. Kevlar® tekstil [7].

Neka od svojstava Kevlara :

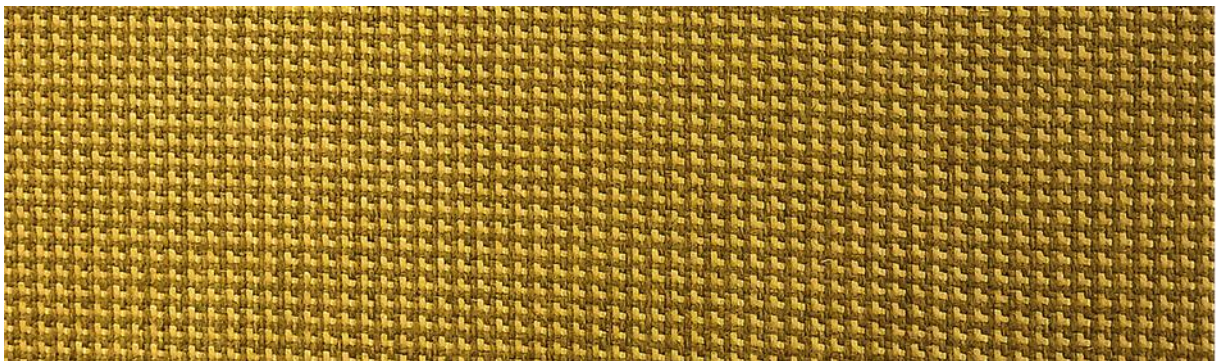
- Relativno lagana, ali jaka (Kevlar 29 i Kevlar 49 imaju veću čvrstoću osam puta od čelične žice)
- Za razliku od većine plastike, ona se ne topi.
- Kevlar se za razliku od Nomexa može zapaliti, ali gorenje se zaustavlja kada se ukloni izvor topline
- Dobra izdržljivost na niske temperature, različite kemikalije

Iako Kevlar® ima visoku čvrstoću i ostale dobre strane, njegov nedostatak je da ima slabu otpornost na stiskanje. Zato se ne koristi umjesto čelika kao primarni građevinski materijal u kojima su uobičajene tlačne sile. Poliamidi poput kevlara su polimeri (ogromne molekule izrađene od mnogih identičnih dijelova spojenih zajedno u dugim lancima) izrađeni ponavljanjem amida iznova i iznova ponovo. Amidi su jednostavno kemijski spojevi u kojem dio Organska kiselina (na bazi ugljika) zamjenjuje jedan od atoma vodika u amonijak. Slika 3 prikazuje primjer nastajanja Kevlara. Kevlar® se

može koristiti sam ili kao dio kompozitnog materijala (jedan materijal u kombinaciji s drugim koja prikazuje slika 4) te dati dodatnu snagu [8].



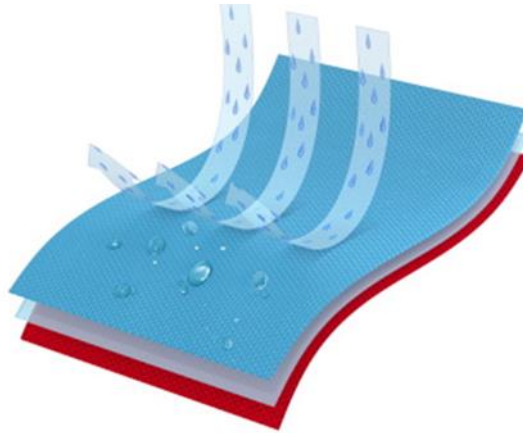
Slika 3. Kemijska struktura Kevlara [7].



Slika 4. Primjer Kevlar® vlakana i PBI u keper vezu [8].

### 3.3. Sympatex®

Sympatex® je vrsta funkcionalnog tekstila koju je razvila njemačka tvrtka SympaTex Technologies GmbH. Ova tkanina razvijena je kao ekološki prihvatljiva alternativa drugim funkcionalnim tkaninama, kao što je GORE-TEX, a kao i njezini glavni konkurenti, Sympatex (slika 5) služi funkciji promicanja prozračnosti, a istovremeno ostaje 100 % vodootporan.



Slika 5. Sympatex® [9].

Marku Sympatex® izvorno je stvorio Nizozemac pod nazivom Akzo Nobel Group 1986. godine. Iako je ova tvrtka ostala u vlasništvu nizozemskih državljana, imala je svoje prvo sjedište u Wuppertalu u Njemačkoj. Sympatex® je izrađen od mješavine poliestera i polietera, a 100% se može reciklirati. Obzirom da ni poliester ni polieter nisu biorazgradivi, jedini način da se smanji njihov negativni utjecaj na okoliš je da osiguramo pravilno recikliranje. Njegova prednost su njegovi vodootporni atributi. Njegova jedinstvena membrana potpuno je nepropusna za tekuću vodu, ali još i omogućuje prolazak vodene pare kroz nju. Voda s kojom se susrećete u obliku kiše, magle, snijega u tekućem je ili čvrstom stanju, ali voda koju odišete iz pora u obliku znoja je u obliku pare. Dakle, Sympatex® je prozračan. Ne zadržava znoj iako sprječava da voda dodiruje vašu kožu, uz to otporna je na vjetar.

Kao što smo rekli Sympatex® je mješavina poliestera i polietera. Obje tvari potječu iz fosilnih goriva kao što su ugljen i nafta. Komponenta fosilnih goriva koja se koristi za proizvodnju poliestera je etilen, koji je derivat nafte. Da bi se formirao monomerni oblik poliestera, etilen glikol reagira s dimetil tereftalatom u prisutnosti katalizatora. Zatim taj monomer ponovno reagira na višoj temperaturi kako bi se stvorio rastaljeni polimerni poliester. Nadalje, ta rastaljena tvar se zatim istiskuje iz komore u dugim, tankim vrpčama. Nakon što se ovaj materijal ohladi, postaje krhko, a proizvođač poliestera zatim nastavlja razbijanjem ove tvari na male čipove. Ti se čipovi zatim tope i istiskuju. Nakon obrade poliesterskog vlakna, vlakno je mekano, može se rastegnuti do sedam puta više od svoje izvorne duljine.

Do danas je SympaTex Tehnologies proizveo četiri različite vrste Sympatex® tkanine, a to su:

- HigH<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – 120% prozračna od izvornog proizvoda, unutarnja obloga upija više od izvornog proizvoda, što omogućuje ovoj tkanini da izvuče više vlage iz ljudske kože i prenese je u vanjsko okruženje.
- Reflexion Sympatex – koristi se isključivo za hladno vrijeme, sadrži tanki sloj aluminija koji se nalazi između unutarnje obloge i vanjskih slojeva tkanine. Odražava toplinu koju tijelo proizvodi.
- Phaseable Sympatex – dizajniran za dinamičku reakciju na temperaturne promjene u okolišu. Umjesto unutarnje obloge, ova vrsta ima sloj malih točkica od pjene koje se naslanjaju na kožu.
- Airflow Sympatex – sadrži četiri sloja koja štite od vode [9].

#### 4. ZAŠTITNA ODJEĆA ZA ZAŠTITU OD TOPLINE I PLAMENA

Odjeća koja štiti tijelo od utjecaja topline i plamena mora biti izrađena od materijala koji je otporan na visoke temperature i gorenje te istodobno mora biti nepropustan za vodu. Prijenos topline kroz odjeći, a time i njezin stupanj zaštitnog djelovanja, ovisit će o sastavu i konstrukciji materijala od kojeg je odjeća izrađena, te o količini topline i vremenu izloženosti. Zahtjevi zaštite koji se postavljaju za odjevni predmet su otpornost na ograničeno širenje plamena, smanjenje toplinskog toka, a time i smanjenje toplinske doze zračenja na površinu kože [10].

Zaštitna odjeća certificirana prema normi EN ISO 11612 (prikazana na slici 6) pruža korisniku zaštitu prilikom kratkog kontakta sa plamenom ili toplinom koju mogu nositi razni korisnici. Zahtjevi svojstava su primjenjivi za odjevne predmete koji mogu biti nošeni u širokom rasponu uporaba, tamo gdje postoji potreba za odjećom sa svojstvima ograničenog širenja plamena i gdje korisnik može biti izložen zračenju, strujanju, dodiru s toplinom ili sa prskotinama rastaljenog metala [5].



Slika 6. Simbol za zaštitu od topline i plamena prema standardu HRN EN 11612 [5].



Otpornost odjeće treba ispuniti zahtjeve sukladno s pojavnim oblicima topline definirane normom, a to su:

- otpornost na plamen,
- izloženost plamenu,
- izloženost konvencijskoj toplini,
- izloženost radijacijskoj toplini,
- otpornost na toplinu,
- otpornost na rastezljivost,
- otpornost na trganje,
- vodonepropusnost,
- otpornost na skupljanje kod čišćenja,
- otpornost na kemikalije i
- ispitivanje cjelokupnog odjevnog predmeta

Odjeća za zaštitu od topline i plamena uvijek se nosi kao vanjski sloj odjeće pa bi trebala biti dizajnirana tako da dobro pristaje i da je udobna, što znači da se kod dizajna uzimaju u obzir svi slojevi odjeće koji se nose ispod vanjskog sloja.

Opća norma za zaštitnu odjeću, koja se primjenjuje u Republici Hrvatskoj kao hrvatska norma je HRN EN 340:2004. Ona definira zaštitnu odjeću kao odjeću koja pokriva ili zamjenjuje osobnu odjeću, i pruža zaštitu od jednog ili više rizika koji mogu ugrožavati sigurnost i zdravlje osoba na radu. Ova norma se ne može koristiti samostalno, već isključivo u kombinaciji sa nekom drugom normom koja sadrži zahtjeve za specifičnim svojstvima odjeće sukladno razini potrebne zaštite.

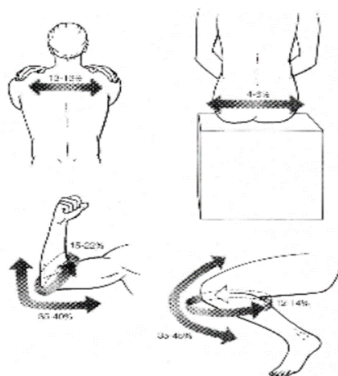
Osnovni zahtjevi za zaštitnu odjeću prema HRN EN 340:2004 jesu:

1) Neškodljivost: zaštitna odjeća ne smije nepovoljno utjecati na zdravlje korisnika. Treba biti izrađena od materijala kao što su tekstil, koža, guma, plastika i drugi koji su dokazano kemijski prikladni. Materijali od kojih je izrađena zaštitna odjeća ne smiju za vrijeme upotrebe propuštati ili razgrađivanjem propuštati supstance za koje je poznato da su otrovne, karcinogene, alergene, reproduktivno toksične ili na drugi način štetne.

2) Dizajn: odjeća treba biti dizajnirana i izrađena tako da, veličinom i oblikom što bolje prati dimenzije i oblik tijela korisnika, te da u svakom trenutku prati statičku i dinamičku morfologiju čovjeka. Dizajn zaštitne odjeće mora osigurati da prilikom očekivanih kretanja korisnika niti jedan dio tijela nije nepokriven te da postoji odgovarajuće preklapanje dijelova odjeće.

3) Udobnost: udobnost je subjektivan osjećaj i najčešće se definira kao odsutnost boli odnosno odsutnost neudobnosti. Zaštitna odjeća mora imati osobinu elastičnosti, te osiguravati udobnost pri svakom pokretu. Zaštitna odjeća treba biti dizajnirana na način da osigura elastičnost na točkama rastezanja kože na tijelu (prikazuje slika 7).

4) Označavanje odjeće: sva zaštitna odjeća mora biti označena oznakama osnovnog označavanja i oznakama specifičnog označavanja.



Slika 7. Najvažnije točke rastezanja kože na tijelu [10]

Oznake osnovnog označavanja moraju biti na hrvatskom jeziku, na samom proizvodu ili na naljepnici pričvršćenoj na proizvod, pričvršćene tako da su vidljive i lako dostupne, otporne na pranje i dovoljno velike da osiguraju dobru čitljivost. Oznake specifičnog označavanja moraju sadržavati informacije o imenu i trgovačkoj marki, tvorničkoj oznaci tipa odjeće, tvorničko ime, oznaku veličine, broj specifične norme, piktogram koji prikazuje specifičnu opasnost, dizajn odjeće, razinu zaštitnog djelovanja te upute o načinu održavanja.

Sukladno standardu za zaštitnu odjeću, zaštitna radna odjeća mora zadovoljiti:

- zadovoljiti HRN EN 340:2004, Zaštitna odjeća -- Opći zahtjevi; odnosno slijednicu navedene norme
- zadovoljiti HRN EN 471:2008, Upozoravajuća odjeća uočljiva s velike udaljenosti za profesionalnu uporabu – Ispitne metode i zahtjevi; odnosno navedene norme
- biti izrađena namjenski za zaštitu od očekivanih rizika i sama ne smije uzrokovati veće rizike za sigurnost radnika
- biti izrađena na način da je svaki korisnik može na jednostavan način pravilno prilagoditi prema sebi
- imati Izjavu o sukladnosti s odredbama Pravilnika o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme (Narodne novine 089/2010) i hrvatskoj normi (HRN) ako je tako propisano ovim standardom
- biti označena oznakom CE
- biti prikladna za čišćenje u servisu za čišćenje
- biti propisno označena [11].

CE oznake: postupak kojim se na osnovu direktiva utemeljene na novom i općem pristupu izjavljuje sukladnost proizvoda s bitnim minimalnim zahtjevima na sigurnost i zaštitu, zdravlja i života ljudi i životinja, imovine i okoliša, sadržanim u direktivama novog i općeg pristupa. Pored navedenog, neke direktive novog pristupa zahtijevaju da sukladan proizvod bude označen znakom sukladnosti, CE oznakom.

CE znak (slika 8) predstavlja znak sukladnosti te proizvode koji su označeni CE znakom i popraćeni izjavom o sukladnosti mogu biti stavljeni na tržište i slobodno se kretati tržištem Europske zajednice. Znakom CE se ističe da je proizvod uspješno prošao proceduru osjenjivanja sukladnosti s bitnim zahtjevima relevantnih direktiva i pretpostavkama o sukladnosti navedenim u harmoniziranim relevantnim normama.



Slika 8. CE znak [12]

Proizvod CE znakom obilježava proizvođač. Sastavljanjem i potpisivanjem izjave o sukladnosti te obilježavanje proizvoda znakom sukladnosti proizvođač ili njegov autorizirani zastupnik preuzimaju punu odgovornost za proizvod. Namijenjen je nadzornim organima ili institucijama za nadzor tržišta u zemljama Europske unije. CE znak ne zamjenjuje druge znakove i nije usmjeren prema korisniku [13].

Zaštitna odjeća za vatrogasce koristi se prilikom gašenja požara ili sličnih aktivnosti gdje postoji opasnost od visokog stupnja opterećenja i izravnog plamena. Radna odjeća vatrogasaca mora zadovoljavati i zaštitu od ostalih ekstremnih uvjeta kao što su zaštita od kiše i vode za gašenje, hladnoće, mehaničkih djelovanja, agresivnih i reaktivnih kemikalija, kemikalija opasnih za zdravlje i slično.

Zaštitna odjeća vatrogasaca mora udovoljiti općim zahtjevima, a to su zahtjev za toplinskom zaštitom, zahtjev za udobnosti pri intervencijama, zahtjev za udobnosti pri nošenju u normalnim klimatskim uvjetima i zahtjev za pogodno izvedenim sustavom ventilacije zbog oslobađanja topline proizvedene prirodnim metabolizmom vatrogasca. Jedan od važnih zahtjeva koje mora zadovoljavati zaštitna odjeća za vatrogasce je udobnost. Udobnost zaštitne odjeće za korisnika može se klasificirati kao termo fiziološka udobnost odnosno zadržavanje udobnog stanja topline i vlage. Obuhvaća

transport topline i vlage kroz materijal od kojeg je odjeća izrađena (toplinska otpornost, djelomična zrakopropusnost, transport vlage kroz materijal, količina vlage u materijalu, mogućnost odbijanja vode. Osjetilna udobnost definirana je raznim osjetilnim podražajima doticaja prigodom dodira tkanine s tijelom (grubost ili mekoća tkanine, osjećaj topline ili hladnoće, kod dodira tijela s tkaninom, stvaranje statičkog elektriciteta. Udobnost pri nošenju odjeće, mogućnost odjeće da dozvoli slobodno kretanje tijela, smanji opterećenja odjeće na tijelo korisnika ili prati oblik tijela (rastezljivost, masa osobnih zaštitnih sredstava) [14].

#### **4.1. Radna vatrogasna odijela**

Radna vatrogasna odijela trebaju biti tehnički ispravna, ergonomskog dizajna i služiti za obavljanje poslova prilikom djelovanja vatrogasaca. Treba zadovoljavati sve tehničke zahtjeve koji su definirani u Pravilnicima koji su napravljeni po Zakonu o vatrogastvu.

[„Pravilnik o jedinstvenom obliku i kroju odore članova vatrogasnih postrojbi te oznakama zvanja NN 65/1994“] je pravilnik kojim se propisuju oblik i kroj odora, te rokovi do kojih se odora može koristiti da se smatra ispravnom kao i oznake zvanja vatrogasnih postrojbi Ministarstva unutarnjih poslova, udruga dobrovoljnih vatrogasaca te profesionalnih i dobrovoljnih postrojbi u gospodarstvu i druga pitanja koja su usko vezana s odorama i oznakama članova vatrogasnih postrojbi.

Radna vatrogasna odijela se nosi kod obavljanja vatrogasne djelatnosti i kod stručnog osposobljavanja i usavršavanja. Radna vatrogasna odijela nose vatrogasci pripravnici tijekom pripravničkog staža, pripadnici pričuvnog sastava vatrogasnih postrojbi Ministarstva unutarnjih poslova i polaznici vatrogasne škole Ministarstva unutarnjih poslova prilikom izvođenja nastavnog plana i programa te svi članovi Dobrovoljno Vatrogasnog Društva [15].

Radna vatrogasna odora sastoji se od kape, hlača, jakne, majice, remena za hlače i u određenim uvjetima i zaštitnih tenisica.

Kapa je izrađena od tamnoplave tkanine, sirovinskog sastava od 50 posto češljanog pamuka i 50 posto poliestera, elipsastog je oblika, s visinom oboda od 70 do 80 mm. Na obodu je našiven preklop koji se kopča jednom kopčom metalnotamnoplave boje. S unutarnje strane podstavljena je tkanina sive boje, ojačana znojnicom širine 20 do 30 mm. Na prednjoj gornjoj strani kape stavlja se stilizirani vatrogasni znak s hrvatskim državnim grbom na vrhu.

Vatrogasne hlače dizajnirane su za uporabu u postaji i tijekom podučavanja, nikako za uporabu u intervencijama gašenja požara. Tkanina dolazi u mješavini 65% poliestera i 35% pamuka. S time da je jedan sloj, bez podstave. Dizajniran je tako da se sastoji od dva bočna džepa, jedan sa stražnje i dva prošivena džepa. Boja je uvijek tamnoplava. Veličine hlača protežu se od 40-70 cm, dok težina samih hlača iznosi 0,5 kilograma.

Polo majica koja je također tamnoplave boje. Izrađena je od mješavine pamuka koji se sastoji od 65% te 33% poliestera. Majica je obično bez slova ili logotipa. Veličine polo majica protežu se od S veličine do XXL-a. sama težina mu je 0,3 kilograma.

Majica kratkih rukava izrađena od 100% pamuka, mornarsko plave boje. Ovisno o tvrtki logotip ili slova mogu biti ušiveni ili printani na majicu. Također, veličine majica protežu se od S veličine do XXL-a. težina majice kratkih rukava iznosi 0,1 kilogram.

Vatrogasna jakna izrađena je od 80% poliestera, 14% poliuretana, 6% elastina. Materijal je otporan na vjetar i vodu, elastičan, izdržljiv, ima toplinsku izolaciju. S unutarnje strane udoban flis materijal. Jakna se zatvara sa patentnim zatvaračem. Ima visoki ovratnik s mekim flisom s unutarnje strane koja služi za zaštitu od vjetra i vremenskih prilika. Dva bočna džepa s patentnim zatvaračem koja su pričvršćena sprijeda. Također, ima prsni džep koji je namijenjen za sigurno pohranjivanje mobilnog telefona ili prijenosnog radija. Dodatno je pričvršćena traka od flisa za pričvršćivanje imena. Jakna je opremljena naramenicama za pričvršćivanje omči za remen. Područje ramena je ojačano mješovitom tkaninom i sprijeda i straga (slika 9) [15].



Slika 9. Radno vatrogasno odijelo [15].

#### 4.2. Interventna vatrogasna odijela

Na vatrogasnim intervencijama preko radne vatrogasne odore nosi se interventna vatrogasna odora (slika 10) koja pruža bolju zaštitu. Pod osobnu zaštitnu opremu koju nose vatrogasci uključuje: kacigu, vatrogasne hlače, vatrogasnu jaknu, vatrogasne čizme, zaštitu za oči, zaštitu za uši, vatrogasni opasač, zaštitne rukavice, aparat za dišne organe. Vatrogasna osobna zaštitna odjeća ima dva osnovna sloja: zaštitni (vanjski) sloj i izolacijski, a može imati i vodozaštitni sloj (slika 11). Ona mora biti vidljiva u mraku ili specijalnim uvjetima, opremljena trakama koje imaju reflektivna svojstva te su pozicionirane na posebno uočljivim mjestima kao što su rubovi jakne ili hlača, ramena te rubovi rukava [14].

Zaštitni sloj izgrađen je od netopive, savitljive i negorive specijalno obrađene tkanine. On štiti od direktnog dodira plamena te toplinskih zraka, te je djelomično nepropustan za vodu. Proizvodna imena materijala zaštitnog sloja su Nomex<sup>®</sup>, Kevlar<sup>®</sup> i drugi.

Izolacijski sloj formiran je od posebne mješavine vune, pamuka i sintetičkih vlakana. Također, štiti od topline koja se prenosi dodirrom, a djeluje po principu zračnog jastuka. Isto tako je negoriv i mehanički stabilan te upija tjelesnu vlagu.

Vodozaštitni sloj izgrađen je iz mikroporozne membrane koja ne propušta vodu, ali omogućuje disanje kože. [15].



Slika 10. Interventno odijelo [14]

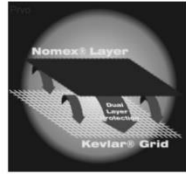


Slika 11. Detaljan prikaz vatrogasne jakne [5].

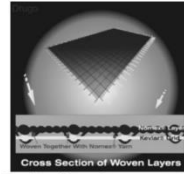
Zaštitne hlače i jakna najčešće su višeslojne i u pravilu se izrađuju od četiri osnovna sloja materijala sastavljena u jednu kombinaciju.

Vanjski materijal koji se naziva „vanjskom školjkom“, vrlo je čvrst, ima visoku otpornost na toplinu i plamen, mehaničke utjecaje, većinu otapala i kiselina, ne smije gorjeti, topiti se, pucati ili raspadati se čak i nakon spaljivanja. Materijali za zaštitu od vlage moraju biti otporni na vodu, nepropusni na vjetar i moraju omogućiti prolazak topline od tijela prema okolini (slika 12) [15].

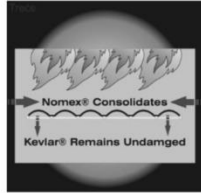




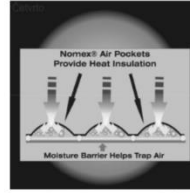
*Ti-tehnologija™ je patentirani dvoslojni sistem napredne tkanine.*



*Ova dva sloja tkana su zajedno, korištenjem nove specijalne tehnologije izrade, koja omogućava da ovaj inovativni sistem tkanine djeluje efikasno.*



*Ovaj sistem tkanine reagira na ekstremnu toplinu, koja se pojavljuje u bljeskovitom požaru (flash-fire). Ona uzrokuje da se konsolidira i namreška, dok mreža Kevlar® Nomex-a ostaje neoštećena.*



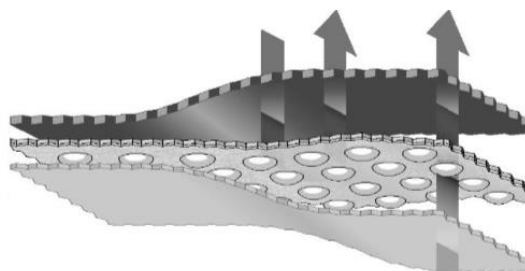
*Namreškani Nomex® poboljšava zadržavanje zraka između vanjske tkanine i vodne barijere, pružajući do 25% veću toplinsku zaštitu nego uobičajene aramidne tkanine slične težine.*

Slika 12. Prikaz TI-tehnologije kod izrade vanjskog sloja [5].

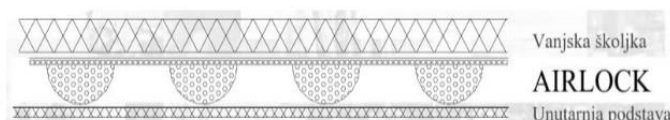
Vodonepropusna membrana, čija je svrha smanjiti količinu vode koja bi zaštitila okoliš mogla prodrijeti u unutrašnjost odjevnog predmeta, spojena je s tkanom ili ne tkanom podlogom koja joj daje čvrstoću i trajnost, ali može biti spojena i s unutarnjom stranom vanjske školjke. Goretex Airlock – Nova, jedinstvena kombinacija toplinske zaštite i barijere protiv vode, koja eliminira potrebu za ekstra debelom izolacijom

Patentirani dvoslojni sistem tkanina koristi toplinski stabilne, a kemijski otporne odstojnike od pjenastog silikona, što stvara izolacioni zračni jastuk, koji pruža vrlo visok nivo toplinske zaštite bez potrebe za glomaznim ograničavajućim izolacijskim slojem. Pored jedinstvenih i dokazanih prednosti Gore-tex membrane protiv vode, Goretex®Airlock (slika 13) tkanina nudi nekoliko drugih značajnih prednosti: Smanjeni rizik od parnih opekotina, zahvaljujući minimalnoj apsorpciji vlage i snažnom transportu vodene pare. Smanjeni toplinski šok, koji se postiže golemim povećanjem dišljivosti.

Smanjena težina toplinske izolacije (do 50%), dok se istovremeno postiže viši stupanj toplinske izolacije. Veća sloboda pokreta. Brže sušenje zbog manje apsorpcije vlage u izolacijskim slojevima [15].



Slika 4. Funkcija Goretex® Airlock



Slika 13. Konstrukcija Goretex Airlock [15].

Treći sloj ili toplinska barijera, materijal namijenjen da uspori prolaz topline izvana prema unutrašnjosti materijala i unutarnja podstava koja štiti materijal toplinske prepreke i pruža korisniku udobnost i dodatni zaštitni sloj. Funkciju sprječavanja prolaska topline obavlja zrak, kao i kombinacija drugih materijala. Podstava ili četvrti sloj, koja se obično izrađuje od vodootporne tkanine, npr. 50/50 % mješavina Nomex® i viskoza ili Kermel ili pamuk ili 100 % aramid.

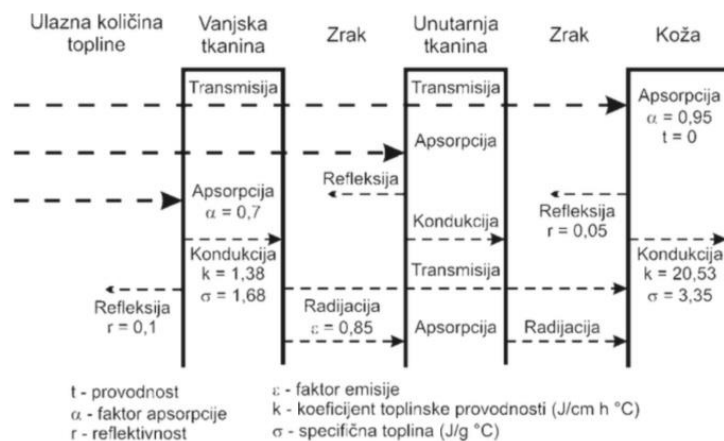
U tablici broj 2 prikazane su najčešći upotrebljavani materijali. Nezavisni testovi potvrdili su da sistem tkanine TI-tehnologije pruža do 25% bolju toplinsku zaštitu nego uobičajene aramidne tkanine iste težine[15].

Tablica 2. Najčešće upotrebljavani materijali za izradu interventne vatrogasne odjeće [15].

	Redni broj	Vrsta materijala	Površinska masa [g/m <sup>2</sup> ]
Vanjska školjka	1.	Nomex® Delta TA	195
	2.	Nomex® Static Control	260
	3.	Nomex® III	265
	4.	Nomex® Comfort	220
	5.	Nomex® Tough	195
	6.	Tkanine izrađene od meta- i para-aramidnih vlakana	210
	7.	Kermel HTA	210
	8.	PBI tkanina	205
	9.	Aramid Nomex	225
	10.	Lenzing FR	250
Drugi sloj	1.	PU (poliuretanske) membrane	~125
	2.	Comfortex C membrane	~125

	3.	Sympatex membrane	~125
	4.	Gore-Tex membrane	~125
Treći sloj	1.	Tkanine izrađene od aramidnih vlakana	
Četvrti sloj	1.	Tkanine izrađene od Nomex vlakana	160-270
	2.	Tkanine izrađene od aramidnih vlakana	160-270
	3.	Tkanine izrađene od mješavina aramidnih i viskoznih vlakana	160-270
	4.	Tkanine izrađene od pamučnih vlakana (dodatno obrađene i otporne na plamen	330

Odjevni sustavi za zaštitu od topline i plamena prvenstveno moraju pružiti zaštitu od nezapaljivosti odjeće. Pri izloženosti višeslojnih zaštitnih odjevnih sustava direktnom plamenu, prijelaz topline kroz slojeve odjeće je složena kombinacija radijacije, apsorpcije, kondukcije i refleksije toplinske energije (slika 14). Dokazano je u istraživanjima da se otprilike 20% radijacijske infracrvene energije smanji pri prolasku kroz sloj tkanine. 10% ulazne energije reflektirano je od površine tkanine, a ostalih 70-75% apsorbira tkanina koja se zagrijava kondukcijom apsorbirane energije iz njezine strukture. Svaki sloj tkanine u odjevnom sustavu odijeljen je od sljedećeg susjednog sloja s zrakom, pa se pri tome ukupna energija smanjuje prema koži određenim uzastopnim reflektivnim-apsorptivnim-radijativnim sustavom prijelaza topline. Ako navedeni slojevi tkanine dođu u međusobni kontakt, toplina prelazi sa sloja na sloj kondukcijom. Vrlo dobar apsorber toplinske energije je koža koja reflektira samo 5%, a 13 apsorbira 95% energije. Iz tog razloga vrlo je bitno obratiti pažnju na što učinkovitije sprječavanje prijelaza topline do kože kako bi se izbjegle opekotine i oštećenja kože odnosno tijela korisnika [5].



Slika 14. Prikaz prijelaza topline kroz slojeve odjeće [5].

### 4.3. Skupna vatrogasna oprema

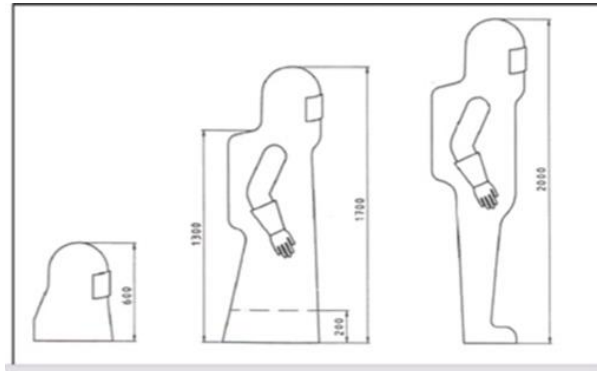
Ako vatrogasac pri gašenju požara mora prići dovoljno blizu požara velikog intenziteta da bi ga mogao gasiti, neće mu biti dovoljna toplinska zaštita koju mu osigurava njegova osobna zaštitna oprema. Tada mu je potrebna dodatna zaštita koje mu daje odijelo za približavanje vatri. Odijela za prilaz vatri odnosno odjeća za zaštitu od topline i plamena namijenjena su zaštiti od visokih temperatura, a ona se postiže reflektiranjem toplinskog i svjetlosnog zračenja požara. Takva odijela reflektiraju 93 - 95 % zračenja i na taj način štite vatrogasce.

Aluminizirano odijelo namijenjeno je zaštiti kod prilaza vatri, zaštiti od intenzivne topline i povremenog plamena. Izrađeno je dvoslojno. Upotrebljava se pri radu s tekućim metalima i slično.

Sastavni dijelovi aluminiziranog odijela su (slika 15):

- Aluminizirana kapuljača s vizikom, Art. T10K-0069 - Vizir može biti proziran ili zatamnjen, "zlatni". U kapuljači je ugrađena kaciga od ABS - materijala.
- Aluminizirana jakna, Art. T10J-0070, - Jakna ima ispust / proširenje na leđima kako bi se ispod jakne stavio dišni aparat.
- Aluminizirane hlače, Art. T10H-0071, - Hlače imaju regulirajuće naramenice

- Aluminizirane navlake za cipele, Art.T10N-0072, - Navlake se kopčaju "na čičak" sa stražnje strane
- Aluminizirane rukavice s pet prstiju, duge 38 cm, Art.R20-0080 [16]



Slika 15. Tipovi aluminizirane odjeće[16]

Kada se oblači aluminizirano vatrogasno odijelo, prvo se oblači donji dio odijela, zatim gornji dio odijela, nakon čega se patent zatvarač na gornjem dijelu odijela zatvori. Na kraju se obuku rukavice i čizme. Prije upotrebe, uvijek provjerite jesu li svi dijelovi odijela u dobrom stanju i jesu li svi patent zatvarači ispravni (slika 16).



Slika 16. Aluminizirano odijelo [16]

Preporučuje se da se aluminiuirano vatrogasno odijelo ne nosi dulje od 30 minuta u uvjetima visokih temperatura i intenzivnog plamena. Međutim, vrijeme koje se može provesti u odijelu ovisi o mnogim čimbenicima, poput temperature, vlažnosti, fizičke aktivnosti i općeg zdravstvenog stanja osobe koja nosi odijelo.

#### **4.4. Kemijska zaštitna odijela**

Kemijska zaštitna odjeća štiti radnika od štetnih učinaka tekućih, krutih (najčešće praškastih) i plinovitih kemikalija. Kemijska zaštitna odijela upotrebljavaju se u raznim situacijama kao što su rad s otrovnim plinovima, u nesrećama s raspršenim kemijskim, biološkim i radioaktivnim tvarima. Vatrogasci koje nose kemijsku zaštitnu odjeću također trebaju imati i zaštitnu masku ili izolacijski sustav za disanje. Pri intervencijama vatrogasaca, kemijsko zaštitno odijelo navlači se preko već postavljenog izolacijskog aparata za disanje, tako da su i osoba i aparat zaštićeni. Prema upotrebi kemijska zaštitna odijela dijelimo na odijela za trajnu uporabu, za ograničenu uporabu, te onu za jednokratnu uporabu. Tijekom razdoblja korištenja zaštitna odjeća neovisno o predviđenoj trajnosti upotrebe mora osigurati nepropusnost materijala, šavova te preklopnih mjesta s drugom zaštitnom opremom.

Odijela za zaštitu od kemikalija testiraju se na sljedeće zahtjeve:

- otpornost na abraziju,
- otpornost na pucanje pri savijanju,
- otpornost na visoke i niske temperature,
- otpornost na trganje,
- vlačna čvrstoća,
- otpornost na probijanje,
- otpornost na propuštanje za tekućine,
- otpornost na zapaljenje i
- otpornost na plamen.

Zaštitna kemijska odjeća trajne uporabe izrađuje se od mehaničkih otpornih materijala koji dozvoljavaju učestalo čišćenje i održavanje, a sastav materijala i nepropusnost moraju ostati nepromijenjeni. Testiranje na nepropusnost izvodi se svake godine. Testiranje na nepropusnost ne provodi se prvih pet godina nakon čega se testiranje provodi jednom godišnje. Odjeća za jednokratnu uporabu izrađuje se od jednoslojnih materijala koji imaju svojstva zaštite pri izvođenju određenih radnih operacija. Takva odjeća se koristi u prehrambenoj, farmaceutskoj i kemijskoj industriji.

Kemijska zaštitna odijela tip 1 i tip 2 (slika 17):

- a. Tip 1 Plinonepropusna odijela (ventilirana ili neventilirana)
    - 1a – izolacijski aparat s komprimiranim zrakom u odijelu
    - 1b - izolacijski aparat s komprimiranim zrakom izvan odijela
    - 1c – dovod zraka u odijelo kroz cijevi izvan odijela
  - b. Tip 2 – plinopropusno odijelo, cijevni dovod zraka u odijelo, odijelo je u nadtlaku
- [17]



Slika 17. Odijelo za zaštitu od kemikalija [17]

#### 4.5. Ostala vatrogasna oprema

Pod ostalu vatrogasnu opremu spadaju potkapa, kaciga, rukavice, čizme, zaštitna maska i aparati za zaštitu dišnih organa.

##### a) Potkapa

Slika 18 prikazuje potkapu koja se nosi ispod kacige i izrađena je od visokokvalitetnog pletiva izrađena od Nomex vlakana, otpornog na plamen. Potkapa može prekrivati usta i ima dodatnu zaštitu za cijeli vrat. Testira se sukladno HRN EN 13911:2004 standardu ( zaštitna odjeća za vatrogasce – zahtjevi i ispitne metode za vatrogasne potkape za vatrogasce) [5].



Slika 18. Vatrogasna potkapa odjeće [20].

##### b) Vatrogasna kaciga

Vatrogasna kaciga (slika 19) namijenjena je da štiti glavu vatrogasca od mehaničkih ozljeda koje nastaju zbog pada ili udarca nekog predmeta, također štite od toplinskog isijavanja plamena, niskih temperatura i električne struje. Kaciga se sastoji od termoplastičnog materijala, ojačanim staklenim aramidnim vlaknima. Unutarnji dio kacige izrađen je od nomex materijala koji daje udobnost i sigurnost prilikom nošenja. Svojstva kacige su: izuzetna otpornost na temperaturu, dugotrajni temperaturni otpor, visoka otpornost na mehaničke utjecaje te klasifikacija niskih temperatura. Kaciga



mora zadovoljavati tehničke zahtjeve prema normi HRN EN 443:2008 (Kacige za gašenje požara u zgradama i drugim građevinama).

Kaciga se ispituje na apsorpciju udarca, otpornost na probijanje i zapaljivost, elektro izolacijska svojstva i bočnu tvrdoću kacige koje se proizvode u velikom izboru dizajna i stilova. Dijelovi kacige su pokretni vizir, zaštita za vrat, remen za učvršćivanje, školjka kacige te uložak. Osim što pružaju zaštitu, kacige također mogu pomoći u identifikaciji osoblja. Isto tako kako bi kaciga vršila svoju primarnu zadaću, svoju kacigu moramo pravilno nositi. Stavimo kacigu na glavu, namjestimo zaštitu za vrat i uši, pričvrstimo traku za bradu, namjestimo je i zategnemo [21].

Vatrogasna kaciga treba imati sljedeće karakteristike:

- ergonomski dizajn,
- štitnik za lice-vizir,
- vijak za podešavanje,
- mogućnost postavljanja i mijenjanja ,
- štitnika za vrat i remena za bradu,
- zadovoljena sigurnost prema normama HRN EN 397:2001,
- unutrašnjost od Nomex® materijala koji omogućava brzo sušenje i
- mogućnost ugradnje dodatne opreme-svjetiljki, IC kamera, radiostanice, maske za izolacijski aparat [5].

Osnovni zahtjevi odnose se na:

- apsorpciju udaraca – sila koja djeluje na ispitnu glavu ne smije prijeći 5,0 KN
- otpornost na probijanje – šiljak padajućeg udarnog utega ne smije dotaknuti površinu ispitne glave
- otpornost na zapaljivost (na plamen) – materijal od kojeg je izrađena kaciga ne smije pri testiraju gorjeti dulje od 5 sekundi nakon uklanjanja plamena ( vrijedi i za unutarnji materijal)
- pričvršćivanje podbradnog remena - pričvrsta mjesta za podbradni remen moraju držati silu najmanje od 150 N, ali ne više od 250 N

Dodatni zahtjevi koje ispunjavaju industrijske zaštitne kacige potvrđeni dodatnim ispitivanjem, kao i njihove oznake prikazuje tablica 3 [22].

Tablica 3. Dodatni zahtjevi zaštitne kacige [22].

<b>DODATNI ZAHTJEVI</b>	<b>OZNAKA</b>
Vrlo niske temperature	„-20° C ili „-30°C) u ovisnosti o ispitnoj temperaturi
Vrlo visoke temperature	„+ 150° C“
Električna izolacija	„440 V“
Postojanost na bočne sile	„LD“
Zaštita od rastaljenog metala	„MM“



Slika 19. Vatrogasna kaciga PUB Fire 05 [21]

### c) Rukavice

Vatrogasne rukavice (prikazuje slika 20) su neizostavna osobna zaštitna oprema svakog vatrogasca. Vanjski dio rukavice napravljen je od materijala Nomex s Kevlarom koji nije ušiven već je postavljen s gornje strane, a materijal ima otpornost na rezanje i toplinu. Dlanovni dio rukavice napravljen je od silikona podstavljenog Nomexa/Kevlara. Rukavice moraju imati svojstvo vodonepropusnosti i zrakonepropusnosti. Također imaju mogućnost fleksibilnog namještanja zgloba, imaju

podesivi zatvarač, štitnike na gornjem dijelu rukavice, rukavi su označeni sa žutom trakom, a vanjski materijal rukava i štitnici s reflektirajućim materijalom.

Mora zadovoljavati normu HRN EN 659:2008 (Zaštitne rukavice za vatrogasce). Izravna zaštita ruku osigurana je zadnjim slojem aramid (aramid je tekstil koji poboljšava zaštitu od mehaničkih i toplinskih rizika) podstavom, koja jamči udobnost prilikom stavljanja i skidanja čak i kada je rukavica mokra, kao i kod povećanog toplinskog otpora. Zaštitne rukavice štite ruke od prodiranja topline, para, hladnoće i otporne su na posjekotine. U isto vrijeme, rukavice moraju omogućiti dovoljno spretnosti i taktalnog osjećaja kako bi učinkovito mogli obavljati poslove [5,22].



Slika 20. Vatrogasne rukavice Holik Karla [22].

#### d) Vatrogasne čizme

Za svakog vatrogasca bitna je njegova opremljenost i zaštitna oprema koja ga štiti prilikom obavljanja njegovih zadataka. Vatrogasne intervencije predstavljaju mnoge opasnosti po zdravlje i život vatrogasca. Jedna od važnih zaštita je zaštita nogu. Iz tog razloga je bitno da tijelo bude zaštićeno kvalitetnom obućom koja je certificirana sukladno normi za zaštitnu vatrogasnu obuću. Vatrogasne čizme (slika 21,22,23) izrađene su od Sympatex membrane i kože koja pruža zaštitu od vode i topline, i prošivene vatrootpornim nitima. Unutar čizama nalazi se obloga od "prozračnog" materijala u kombinaciji s membranom, i opremljene su uloškom koji upija vlagu. Štite stopalo, gležanj i potkoljenu od ubodne rane uzrokovane čavlima, slomljenim staklom

i drugim oštrim predmetima i ostacima, kontaminirane tekućine, opekline. Čizme imaju čelični unutarnji potplat i čeličnu ili ojačanu kapicu i moraju biti dovoljno visoke da štite potkoljenicu.

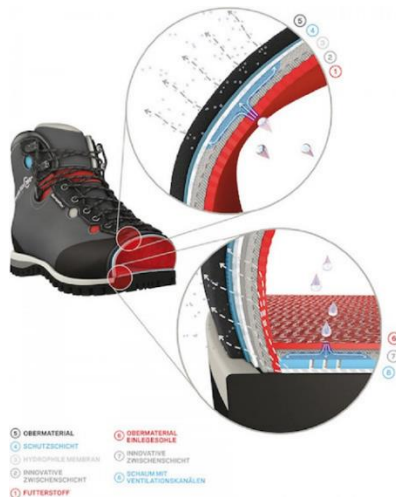
Vanjska školjka može biti izrađena od gume, kože ili drugog voodotpornog materijala. Unutrašnjost mora imati potrebne toplinske, izolacijske slojeve. Također gornji dijelovi čizama ulaze unutar nogavica hlača, kako bi pružili potpunu sigurnost čak i kada klečimo, čučimo i ostalo. Čizme moraju zadovoljavati standard HRN EN 15090:2007 (Obuća za vatrogasce). Prema navedenoj normi svi materijali gornjišta do pune visine, uključujući gornji obrub, udovoljavaju svim zahtjevima glede čvrstoće na trganje, otpornosti na radijacijsku toplinu i plamen, prodor i apsorbciju [23].



Slika 21. Vatrogasne čizme [23].



Slika 22. Presjek vatrogasne čizme [23].



Slika 23. Sympatex čizme i njegovi slojevi [23].

#### e) Zaštitni opasač

Zaštitni opasač (slika 24) namijenjen je za zaštitu u vatrogasnoj službi pri radu na visinama. Izrađen je od tehničkog polyestera u polimid filament prediva velike prekidne sile u dužinama od 100 do 130 cm [24].

Poliester je materijal na bazi poliesterskih vlakana, što uključuje sljedeće :

- Praktičnost materijala: tkanina koja je vrlo otporna na negativne utjecaje, neće se rastezati niti deformirati
- Atraktivnost: materijal je ugodan na dodir, nakon dugotrajnog korištenja ne pojavljuju se tragovi oštećenja
- Materijal je vodootporan
- Materijal je izdržljiv, ne može se trgati rukom
- Otpornost na vatru [25].

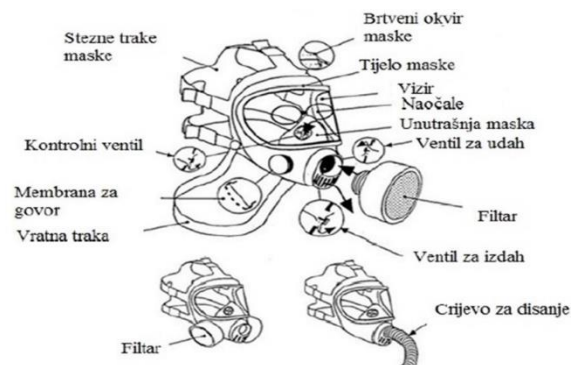
Koriste ih vatrogasci, službe spašavanja te ostale službe ili zanimanja gdje postoji opasnost od pada s građevina i slično [25].



Slika 24. Vatrogasni opasač [24].

f) Zaštitna maska

Zaštitna maska (slika 25) je sastavni dio zaštitne opreme u vatrogastvu i koriste se u kombinaciji s respiratornim zaštitnim filtrima, s aparatima za disanje sa svježim zrakom, zračnim sustavima i respiratorima za pročišćavanje zraka s napajanjem. Zaštitna maska je izrađena od prirodne gume koja prijanja na kožu i otporna je na trošenje. Sastavni dio zaštitne maske je vizir od akrila koji treba biti otporan na ogrebotinje i gotovo neslomljiv, ne smije se zamagljivati i rositi, a istovremeno treba pružiti široko vidno polje [26].



Slika 25. Zaštitna maska [26].

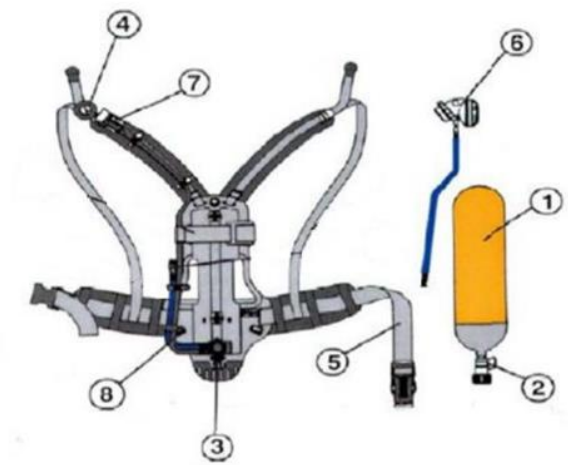
#### g) Aparati za zaštitu dišnih organa

Zaštita organa za disanje jedno je od najvažnijih područja vatrogastva. Vatrogasci koriste izolacijske aparate sa stlačenim zrakom na intervencijama gdje je atmosfera nepovoljna za disanje ili njen sastav nije poznat. Porastom uporabe novih materijala znači da će u današnje vrijeme čak i požar u domaćinstvu često proizvesti gusti, crni i otrovni dim za koji će biti potrebno nositi zaštitnu napravu za disanje da bi se zaštitili dišni organi.

Izolacijski aparat sa stlačenim zrakom upotrebljava se za zaštitu dišnih organa korisnika. Korisnik je izoliran od vanjske atmosfere tj. djelovanja kontaminirane atmosfere. Upotrebljava se svugdje gdje je koncentracija kisika u zraku premala ili je koncentracija štetnih plinova iznad dozvoljene granice.

Dijelovi izolacijskog aparata (slika 26):

1. Boca sa stlačenim zrakom
2. Ventil boce
3. Ventil za redukciju
4. Manometar
5. Plućni automat
6. Signalna zviždaljka
7. Leđni nosač [26].



Slika 26. Prikaz dijelova aparata za zaštitu dišnih organa [26].



## **5. ODRŽAVANJE I TESTIRANJE ODJEVNIH SUSTAVA NAMIJENJENIH ZAŠTITI OD TOPLINE I PLAMENA**

Zaštitnu odjeću potrebno je, ovisno o ugrađenim materijalima i dodacima pažljivo održavati i prati odnosno čistiti, pri čemu se treba pridržavati uputstava proizvođača. Odluku o najboljem načinu za održavanje odjeće je obično onaj dio koji je najosjetljiviji na oštećenja prilikom pranja ili kemijskog čišćenja. Odjeća koja pruža zaštitu od topline i plamena trebalo bi sušiti obješenu na toplome zraku, dok onu odjeću koja je izložena djelovanju radioaktivnog, kemijskog ili biološkog zračenja potrebno je dekontaminirati.

Faktori koji utječu na vijek trajanja zaštitne odjeće su površinska masa tkanine, vrsta veza, koliko se često nosi taj odjevni predmet, broj i vrste popravaka koji su izvedeni na odjeći, njihova procedura čišćenja, način i vrsta rada koji obavlja radnik itd.

Zaštitna odjeća za vatrogasce izrađena od aramidnih vlakana trebala bi se prati u specijalnim strojevima za pranje kako bi se sačuvala svojstva zaštite odjeće. Nužno je naglasiti da se odjeća izrađena od aramidnih vlakana ne smije izlagati direktnom UV zračenju i ne smije se sušiti na povišenoj temperaturi (uz vatru, na radijatoru i sl.). Problem koji se javlja pri održavanju ovakvog tipa odjeće je taj što je većina odjeće višeslojna, pri čemu je vanjska školjka izrađena od aramidnih vlakana koja su obrađena u postupku dorade specijalnim polimerima kako bi bila vodootporna i odbojna na kemikalije. S druge strane, u ovakvu su odjeću ugrađene membrane koje moraju imati svojstva tzv. dišljivosti, propusnosti za zrak i vodenu paru, a nepropusnosti za vodu. Za zaštitnu odjeću koja je obrađena sredstvima za vodonepropusnost, odbojnost na ulje ili zaštitu od gorenja preporučuje se održavanje mokrim postupkom kemijskog čišćenja. Proizvođači sredstava za kemijsko čišćenje razvili su specijalna sredstva za što efikasnije čišćenje spomenutih odjevni sustava. Program kemijskog čišćenja za ovakav tip odjeće jednak je onom koji se koristi za osjetljiv tekstil [5].

Odjeća za zaštitu od topline i plamena treba biti popisno označena. Oznake trebaju sadržavati informativni dio na službenom jeziku zemlje u kojoj se koristi, te se trebaju nalaziti na samom proizvodu ili na etiketi pričvršćenoj na proizvod na način da su vidljive i čitke. Oznake na proizvodu trebaju biti otporne na pranje odnosno kemijsko čišćenje. Piktogrami i oznake trebaju biti dovoljno veliki tako da omogućavaju dobru čitljivost. Oznake trebaju sadržavati sljedeće informacije: trgovačka marka, tvornička oznaka tipa odjeće (tvorničko ime), oznaka veličine, broj specifične norme EN, piktogram koji prikazuje specifičnu opasnost, dizajn odjeće, razinu zaštitnog djelovanja i upute o načinu održavanju odjeće. Sve navedeno potrebno je označiti na uputama unutar odjeće (slika 27)[5].



Slika 27. Oznake na vatrogasnoj odjeći [5].

## 6. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu provedeno je istraživanje pod nazivom „ Osobna zaštitna oprema u vatrogastvu“ u okviru web ankete. Istraživanje je provedeno s ciljem dobivanja povratnih informacija naših ispitanika koji djeluju u vatrogasnim postrojbama ili dobrovoljnim vatrogasnim društvima. Sama anketa provedena je na temelju 41 ispitanika. Pitanja koja su bila uključena u anketu bazirana su na kvalitetu i udobnošću opreme, zadovoljstvu samih ispitanika, učestalost korištenja opreme, samo održavanje opreme. Temeljem provedene ankete i prikupljenih podataka, napravljena je analiza i zaključak provedene ankete.

Link na kojem je bila postavljena anketa prosljeđena je Dobrovoljnom vatrogasnom društvu Granešina, sa zamolbom putem elektroničke pošte.

Anketa se sastojala od 10 pitanja. Pitanja su bila zatvorenog tipa.

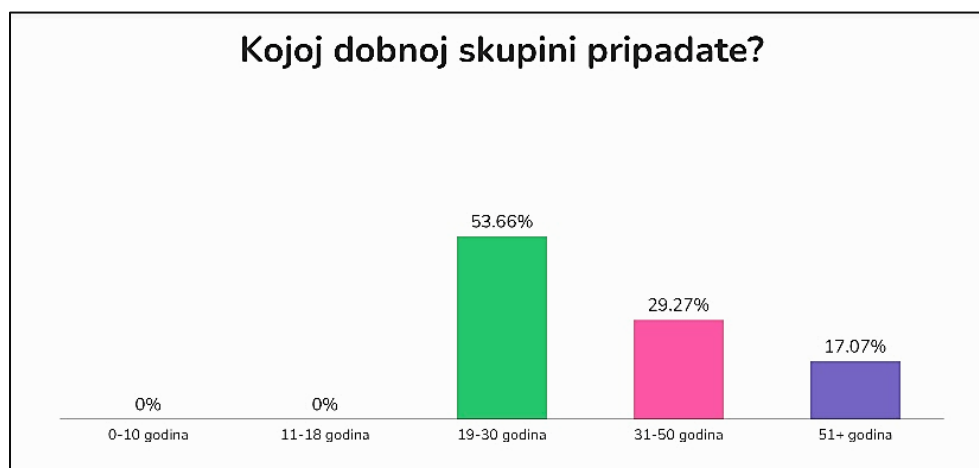
Pitanja su glasila:

1. Kojoj dobnoj skupini pripadate?
2. Kojem spolu pripadate?
3. Jeste li profesionalan vatrogasac ili dobrovoljni vatrogasac?
4. Vremenski period djelovanja u vatrogasnim ili profesionalnim postrojbama?
5. Koju vatrogasnu odjeću nosite najviše?
6. Koliko često nosite osobnu zaštitnu opremu?
7. Koliko ste zadovoljni udobnošću i kvalitetom osobne zaštitne opreme?
8. Jeste li zadovoljni materijalom vaše osobne zaštitne opreme?
9. Koliko često održavate vašu osobnu zaštitnu opremu?
10. Koliko često mijenjate osobnu zaštitnu opremu?

## 7. Rezultati i rasprava

U dijelu rezultata prikazani su prikupljeni podaci web ankete. Istraživanje putem ankete provedeno je na 12 profesionalna vatrogasca te 29 dobrovoljnih vatrogasaca, što je ukupno 41 vatrogasac. Profesionalni vatrogasac osoba je sa zaposlenjem u profesionalnoj vatrogasnoj postrojbi koja zadovoljava uvjete propisane Zakonom o vatrogastvu i pod zakonskim aktima za obavljanje poslova profesionalnog vatrogasca. Dobrovoljni vatrogasac osoba je učlanjena u Dobrovoljno vatrogasno društvo, koja se sukladno obvezama i sposobnostima svrstava u odgovarajuću kategoriju članstva. U nastavku su pomoću grafova prikazani odgovori ispitanika.

Prva tri pitanja odnose se na opća, uvodna pitanja u kojima saznajemo dob, spol ispitanika te jesu li profesionalni vatrogasci ili dobrovoljni vatrogasci. Raspon godina ispitanika pripada dobnoj skupini od 21 do 58 godina. Po dosadašnjih rezultatima, kao što se može vidjeti na slici 28, najmlađi ispitanik ima 19 godina, dok najstariji 50 na više godina. Većina ispitanika spada u dobnu skupinu od 19-30 godina čak 53,66% ispitanika, dok 29,27% ispitanika spadaju u dobnu skupinu od 31-50 godina te manjina (17,07%) od 51 na više godina.



Slika 28. Dobna skupina ispitanika

U pitanju vezano za dobnu skupinu ispitanika u provedenom istraživanju obuhvaća širok raspon to jest razlike u godinama među našim ispitanicima, što uključuje

ispitanike koji su nedavno pristupili vatrogasnim postrojbama ili DVD-ima, ispitanike s iskustvom te starije članove koji su možda na pragu da se umirove. Zaključujemo da takav raspon dobne skupine omogućava dobivanje perspektive, znanja i iskustava iz različitih faza vatrogasne karijere.

Po dobivenim rezultatima na slici 29 možemo iščitati kako mušku populaciju čine 65,9% ispitanika, dok žensku populaciju čine 34,1% ispitanika. Vidljivo je da najviše ispitanika djeluju kao dobrovoljni vatrogasci (slika 30), dakle njih 29 (70,7%), dok njih 12 (29,3%) djeluju kao profesionalni vatrogasci s napomenom da većina profesionalnih vatrogasaca djeluju i u dobrovoljnim vatrogasnim društvima, što bi značilo da njih 12 obavljaju svoje zadatke za koje su plaćeni, te još naknadno obavljaju svoje obaveze dobrovoljno u Dobrovoljnom društvu u kojem je sami ispitanik učlanjen.



Slika 29. Spol ispitanika

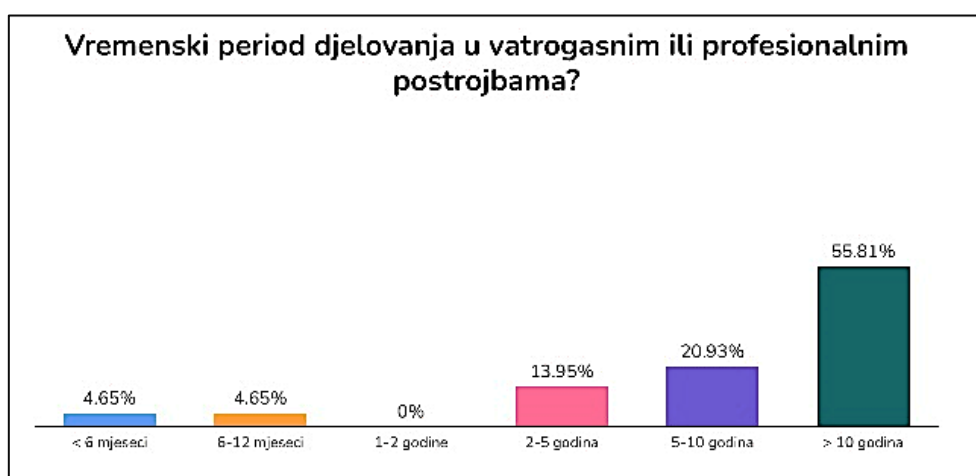
Ako pogledamo naše rezultate vezano za spol, vidimo kako u vatrogastvu prevladavaju više muškarci, no i kako kroz godine i žene imaju veliku ulogu u vatrogastvu, pružajući svoje vještine i doprinos sigurnosti naše zajednice. Time se povećava važnost ravnopravnosti spolova i podržavajući žene u raznim vatrogasnim ulogama, uključujući vatrogasne intervencije, obuke itd. I žene i muškarci jednako mogu poboljšati ukupnu učinkovitost i prilagodljivost tima.



Slika 30. Djelovanje ispitanika

Također, jedno od pitanja bilo je samo djelovanje ispitanika. Stoga, primjećujemo da razlike između profesionalnih vatrogasaca ili dobrovoljnih se odnosi samo na to jesu li ispitanici plaćeni za svoj rad ili ga obavljaju dobrovoljno. No, oba oblika doprinose važnosti vatrogasnih usluga u zajednici.

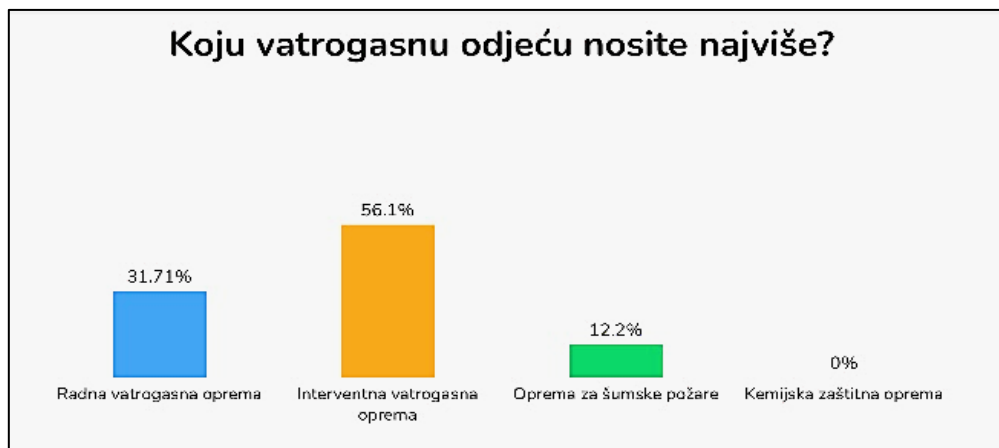
Naredna pitanja vežu se uz djelovanje u vatrogasnim društvima ili postrojbama, koju osobnu zaštitnu opremu nose najviše tijekom intervencije, te koliko često koriste osobnu zaštitnu opremu. Na slici 31 prikazana je statistika vezana za vatrogasno djelovanje. Velika većina ispitanika obavlja svoj rad u vatrogasnom društvu ili postrojbama više od 10 godina.



Slika 31. Vremenski period djelovanja u vatrogasnim postrojbama ili društvu

Rezultati ispitanih vatrogasaca koje vidimo na slici prikazuju kako djelovanje vatrogasnih postrojbi ili društava s godinama nije stalo. Odnosno, kako godine teku i dalje imamo ljude koje žele imati ključnu ulogu u očuvanju sigurnosti i dobrobiti zajednice. Ne samo ulogu, nego i ljubav svojih predaka prenijeti na niže naraštaje.

Sljedeće pitanje odnosi se na nosivost vatrogasne odjeće. Dakle, bili ispitanici profesionalni ili dobrovoljni vatrogasci najčešće nose interventnu vatrogasnu odjeću, dok rjeđe nose odijela za šumske požare te kemijsku zaštitnu opremu (slika 32). Vatrogasnu interventnu odjeću, ispitanici većinom nose ovisno o učestalosti intervencije. Samo 7.32% ispitanika nose 2-3 puta tjedno (slika 33).



Slika 32. Nosivost osobne zaštitne opreme

U pitanju koje se odnosi na vrste uniformi ispitanici nose ovisno o vrsti intervencije i vrsti zadatka. Po odgovorima vidimo da je klasična vatrogasna oprema obično interventna vatrogasna oprema koja uključuje zaštitno odijelo, kacigu, rukavice, čizme i druge dodatke. Sva oprema je dizajnirana potrebama vatrogasaca.



Slika 33. Učestalost korištenja osobne zaštitne opreme

Po dobivenim rezultatima zaključujemo da učestalost nošenja osobne zaštitne opreme obvezna je tijekom vatrogasne intervencije. Obzirom, da smo svi upoznati sa prirodnim nepogodama, redovito su nosili kacige, zaštitna odijela, rukavice, čizme, te drugu opremu kako bi zaštitili i sebe i druge od ozljeda. Ova praksa je nužna kako bi se osigurala sigurnost tijekom izloženosti rizicima .

Ostatak pitanja odnose se na zadovoljstvo same udobnosti i kvalitete osobne zaštitne opreme. Jesu li ispitanici zadovoljni samim materijalom, njegovom održavanju, samom znanju i vrsti materijala osobne zaštitne opreme koju nose.

Na pitanje koliko su ispitanici zadovoljni udobnošću i kvalitetom njihove osobne zaštitne opreme imamo sljedeće rezultate. Istraživanje prikazuje zadovoljstvo većine ispitanika vezano za udobnost i kvalitetu njihove osobne zaštitne opreme što prikazuje slika 34. Rezultati ankete nam pokazuju kako niti jedan od ispitanika nije konkretno nezadovoljan samom osobnom zaštitnom opremom u vatrogastvu.

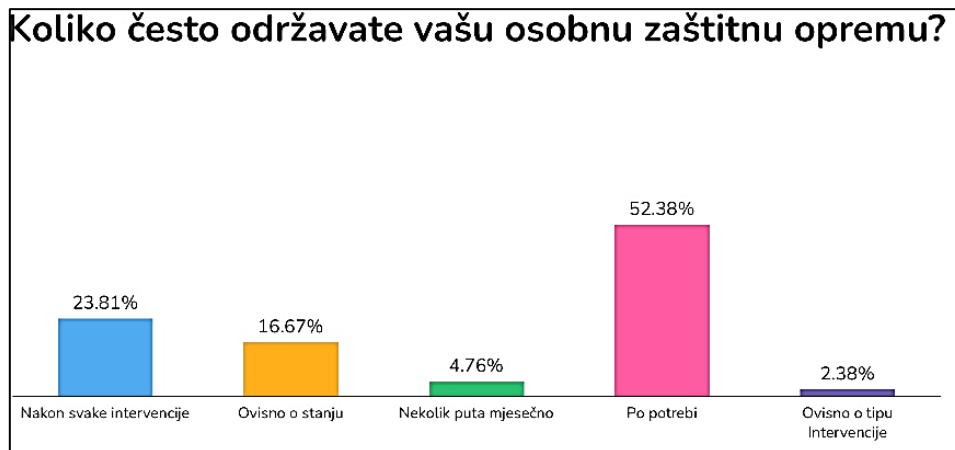




Slika 34. Zadovoljstvo ispitanika

Zadovoljstvo i udobnost osobne zaštitne opreme u vatrogastvu ključni su elementi. Vatrogasna oprema, iako pruža visoku razinu zaštite, također bi trebala biti udobna kako bi omogućila slobodu kretanja i dugotrajnu nosivost tijekom intervencija, jer pojedine intervencije znaju se dosta odužiti. Stoga, inovacije u dizajnu i korištenje materijala pridonose poboljšanju udobnosti vatrogasne opreme, osiguravajući da vatrogasci mogu obavljati svoje zadatke na najbolji mogući način. Rezultati ankete nam prikazuju kako je većina ispitanika zadovoljna svojom opremom. Važno je redovito prikupljati povratne informacije od vatrogasaca kako bi se kontinuirano poboljšavala udobnost i funkcionalnost opreme.

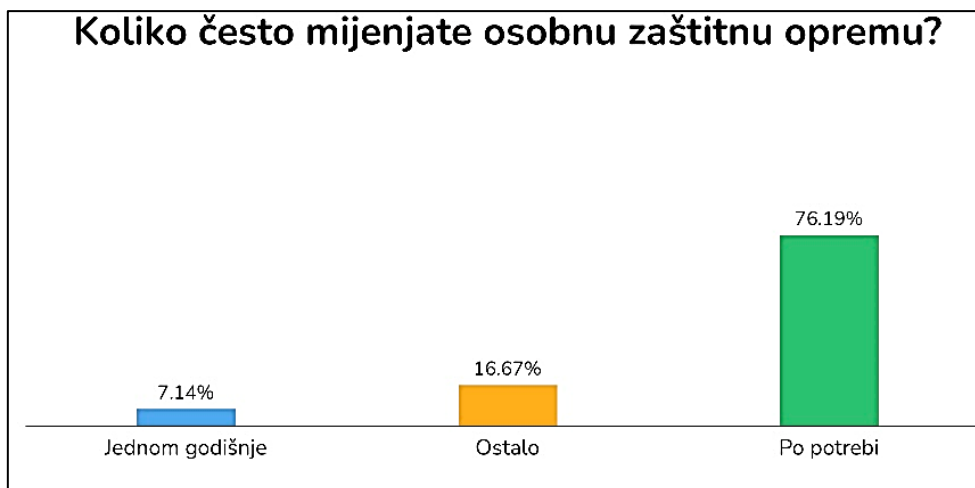
Vatrogasna odjeća najčešće se mijenja po potrebi, dok ostatak mijenja svoju opremu jednom godišnje ili ovisno o situaciji. Što znači da određene sitne popravke koje se mogu dogoditi tijekom nošenja osobne zaštitne opreme sami obavljaju. Izmjena oštećene osobne zaštitne opreme vrlo je bitna kako ne bi osobu dovela u životnu opasnost tijekom izvršavanja intervencije (slika 35).



Slika 35. Održavanje OZO

Održavanje vatrogasne uniforme važno je za osiguravanje njezine dugotrajnosti i funkcionalnosti. Oni često provode redovite kontrole i preglede glede održavanja svoje opreme. Često se uniforme peru, provjeravaju na moguća oštećenja, te se vrše popravci ili zamjene oštećenih dijelova. Ovisno o intenzitetu i korištenju, preporučuje se redovito održavanje, često nakon svake intervencije ili prema potrebi kao što nam to i naš dijagram dokazuje. Ovo osigurava da uvijek imaju ispravnu i sigurnu opremu tijekom svojih zadataka.

Osobna zaštitna oprema u vatrogastvu mijenja se prema potrebama i uvjetima rada. Postoje nekoliko situacija u kojima bi bilo nužno mijenjati ili ažurirati osobnu zaštitnu opremu (slika 36).



Slika 36. Zamjena OZO

A to su oštećenja, dakle ako se primijeti bilo kakvo oštećenje, trošenje ili smanjenje učinkovitosti opreme. Redovito održavanje, još jedna situacija u kojoj se trebaju redovito održavati prema smjernicama proizvođača i vatrogasne postrojbe kako bi se osigurala sigurnost i dugotrajnost. Nadalje, ukoliko se razviju nove tehnologije ili materijali koji poboljšavaju sigurnost i udobnost vatrogasaca te promjena standarda i propisa koji se odnose na osobnu zaštitnu opremu, a na koje se vatrogasne postrojbe obično prilagođavaju kako bi ostale usklađene s najnovijim smjernicama.

## 8. ZAKLJUČAK

Osobna zaštitna oprema je neizostavan dio vatrogasne opreme, imaju ulogu u zaštiti života i zdravlja vatrogasca tijekom intervencije.

Od osobne zaštitne opreme traži se da pruži najveću razinu zaštite te da je uz nju moguć normalan i siguran rad. Testirana odjeća, obuća i oprema zadovoljava zahtjeve koje donose pravilnici o uporabi osobne zaštitne opreme i time je sigurna za nošenje i osigurava zaštitu zdravlja i sigurnosti korisnika, te sprječava moguće smrtno opasnosti. Način na koji se ona upotrebljava, a naročito njena učestalost uporabe određuje se na temelju razine rizika, učestalosti rizika, samih uvjeta na mjestu rada i uvjeta u kojima radnik radi.

Stoga se zaštitna oprema u vatrogastvu kontinuirano razvija kako bi se poboljšala sigurnost i udobnost vatrogasca. Materijali i tehnologije glavni su ključ u ovom procesu. Kako bismo unaprijeđivali sigurnost samog vatrogasca, preporučuje se daljnje istraživanje i razvoj osobne zaštitne opreme, kao i praćenje inovacije u industriji. Također, potrebna je obuka vatrogasca o pravilnom korištenju osobne zaštitne opreme te podizanje svijesti o važnosti njihove stalne uporabe koja je važna za maksimalnu zaštitu.

Temeljem rezultata sprovedene ankete u ovom radu, zaključujemo da je većina vatrogasaca, što profesionalnih, a što dobrovoljnih vatrogasaca zadovoljna osobnom zaštitnom opremom. Zadovoljni su njihovim dizajnom, izgledom, udobnošću. Isto tako moramo naglasiti da se sva zaštitna oprema treba redovito čistiti u skladu s uputama i preporukama njegovog proizvođača, mijenja kada se ošteti te se adekvatno skladišti. Važno je brinuti o našoj osobnoj zaštitnoj opremi kako bi u svakoj situaciji bili sigurni da će ista ta oprema sigurno štiti naše tijelo.

## 9. LITERATURA

- [1] Pejnović N.: Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela, Sigurnost 57, 2015, 229-242
- [2] Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme: Dostupno na: [Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme \(nn.hr\) NN 5/2021.](#), pristupljeno: 18.9.2023.
- [3] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasne intervencije, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2011\\_03\\_31\\_695.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2011_03_31_695.html), NN 31/2011., pristupljeno: 18.9.2023.
- [4] Hrvatski zavod za norme: Dostupno na: [Hrvatski zavod za norme - Katalog hrvatskih norma \(hzn.hr\)](#), pristupljeno: 18.9.2023
- [5] Zaštitna odjeća za zaštitu od topline i plamena: Dostupno na: <https://www.hemco.hr/hr/centar-znanja/norme/hrn-en-11612-zastitna-odjeca-za-zastitu-od-topline-i-plamena#:~:text=Za%C5%A1titna%20odje%C4%87a%20certificirana%20prema%20normi%20EN%20ISO%2011612,toplinom.%20i%20plamena%2C%20koju%20mogu%20nositi%20razni%20korisnici>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [6] Nomex: Dostupno na: <https://www.explainthatstuff.com/nomex.html>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [7] Kevlar: Dostupno na: <https://www.explainthatstuff.com/kevlar.html>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [8] Keper vez: Dostupno na: <https://fashion-hr.decorexpro.com/tkani/vidy/tvil/>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [9] Sympatex: Dostupno na: <https://sewport.com/fabrics-directory/sympatex-fabric>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [10] Hursa A. i sur.: Vatrogasni odjevni sustavi za zaštitu od topline i plamena, Tekstil 62 (3-4) 160-173 (2013.)
- [11] Zaštitna radna odjeća: Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2016\\_09\\_80\\_1815.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2016_09_80_1815.html), NN 80/2016., pristupljeno: 18.9.2023.

- [12] CE oznaka: Dostupno na: [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index\\_hr.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_hr.htm), pristupljeno: 18.9.2023.
- [13] Lazar, L. (2019) „ FUNKCIONALNOST ZAŠTITNE ODJEĆE ZA VATROGASCE“, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, citirano:18.9.2023.,[file:///C:/Users/tomik/Downloads/lazar\\_lucija\\_2019\\_funkcionalnost\\_zastitne\\_odjece\\_za\\_vatrogasce%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/tomik/Downloads/lazar_lucija_2019_funkcionalnost_zastitne_odjece_za_vatrogasce%20(1).pdf)
- [14] Višenamjenska odjeća za spašavanje i gašenje požara: Dostupno na: 166869 (srce.hr), pristupljeno: 18.9.2023
- [15] Katalog radne opreme: Dostupno na: <https://online.pubhtml5.com/eqju/fkvw/#p=65>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [16] Aluminizirano odijelo: Dostupno na: [Aluminizirano odijelo - Polimer d.o.o.](#), pristupljeno: 18.9.2023.
- [17] Popović, Knežević, Posavec, Župančić, Merćep, Gauš, Blaha : Priručnik za osposobljavanje vatrogasaca, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2009. ISBN 978-953-6385-23-2
- [18] Nikolić,LJ. (2019), „OSOBNJA ZAŠTITNA OPREMA ZA VATROGASCE“, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, citirano: 18.9.2023.
- [19] Intervetno odijelo: Dostupno na: [intervetno odijelo - Bing images](#), pristupljeno: 18.9.2023.
- [20] Vatrogasna potkapa Nomex Bas: Dostupno na: [Vatrogasna potkapa Nomex Bas \(vatropromet.hr\)](#), pristupljeno: 18.9.2023.
- [21] Vatrogasna kaciga PAB Fire: Dostupno na: Vatrogasna kaciga PAB Fire 05, High Visibility RR X-Treme (vatropromet.hr), pristupljeno: 18.9.2023.
- [22] Materijali za vatrogasnu odjeću u skladu sa standardima: Dostupno na: MATERIJALI ZA VATROGASNU ODJEĆU U SKLADU SA STANDARDIMA (ceps.edu.ba), pristupljeno: 18.9.2023.
- [23] Vatrogasne čizme Brandbull Marcus: Dostupno na: <https://vatropromet.hr/vatrogasne-cizme-brandbull-marcus-proizvod-814/>, pristupljeno: 18.9.2023.

- [24] Vatrogasni opasač tip A: Dostupno na: [Vatrogasni opasač tip A \(vatropromet.hr\)](http://vatropromet.hr), pristupljeno: 18.9.2023.
- [25] Poliester tkanina: Dostupno na: <https://fashion-hr.decorexpro.com/tkani/vidy/poliefir/>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [26] Specijalnost aparati za zaštitu dišnih organa: Dostupno na: [SPECIJALNOST APARATI ZA ZAŠTITU DIŠNIH ORGANA \(vzz-kckz.hr\)](http://vzz-kckz.hr), pristupljeno: 18.9.2023.
- [27] Osobna zaštitna oprema za zaštitu glave, vrata, lica i očiju: Dostupno na: [https://www.scribd.com/archive/plans?doc=437874748&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive\\_view\\_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged\\_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D](https://www.scribd.com/archive/plans?doc=437874748&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D), pristupljeno: 18.9.2023.
- [28] Vatrogasne rukavice Karla: Dostupno na: <https://vatropromet.hrv/vatrogasne-rukavice-karla-proizvod-152/>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [29] JOIFFO-ov standardni priručnik o osobnoj zaštitnoj odjeći: Dostupno na: [Vvjesnik 11-07-umetak 1 kol.indd \(joiff.com\)](http://joiff.com), pristupljeno: 18.9.2023.
- [30] Vatrogasne sprave i oprema: Dostupno na: [Microsoft PowerPoint - Vatrogasne sprave i oprema - casnici III dio 2014..ppt \[Compatibility Mode\] \(dvd.hr\)](http://dvd.hr), pristupljeno: 18.9.2023.
- [31] Personal Protective Equipment: Dostupno na: <https://www.anbusafety.com/firefighter-ppe/>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [32] Fireengineering: Dostupno na: <https://www.fireengineering.com/fire-prevention-protection/the-history-of-firefighter-personal-protective-equipment/>, pristupljeno: 18.9.2023.
- [33] Istraživanje stanja zaštitne odjeće za vatrogasce putem ankete: Dostupno na: [https://hrcak.srce.hr/file/275194](http://hrcak.srce.hr/file/275194), pristupljeno: 18.9.2023.
- [34] Popović Ž.: Priručnik za osposobljavanje vatrogasnih dočasnika i časnika, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2006

## 10. PRILOZI

### 10.1. Popis slika

Slika 1. Kemijska struktura Nomexa [6].	10
Slika 2. Kevlar® tekstil [7].	11
Slika 3. Kemijska struktura Kevlara [7].	12
Slika 4. Primjer Kevlar® vlakana i PBI u keper vezu [8].	12
Slika 5. Sympatex® [9].	13
Slika 6. Simbol za zaštitu od topline i plamena prema standardu HRN EN 11612 [5].	15
Slika 7. Najvažnije točke rastezanja kože na tijelu [10].	17
Slika 8. CE znak [12].	19
Slika 9. Radno vatrogasno odijelo [15].	22
Slika 10. Interventno odijelo [14].	23
Slika 11. Detaljan prikaz vatrogasne jakne [5].	23
Slika 12. Prikaz TI-tehnologije kod izrade vanjskog sloja [5].	24
Slika 13. Konstrukcija Goretex Airlock [15].	25
Slika 14. Prikaz prijelaza topline kroz slojeve odjeće [5].	27
Slika 15. Tipovi aluminizirane odjeće [16].	28
Slika 16. Aluminizirano odijelo [16].	28
Slika 17. Odijelo za zaštitu od kemikalija [17].	30
Slika 18. Vatrogasna potkapa odjeće [20].	31
Slika 19. Vatrogasna kaciga PUB Fire 05 [21].	33
Slika 20. Vatrogasne rukavice Holik Karla [22].	34
Slika 21. Vatrogasne čizme [23].	35
Slika 22. Presjek vatrogasne čizme [23].	35
Slika 23. Sympatex čizme i njegovi slojevi [23].	36
Slika 24. Vatrogasni opasač [24].	37
Slika 25. Zaštitna maska [26].	37
Slika 26. Prikaz dijelova aparata za zaštitu dišnih organa [26].	39
Slika 27. Oznake na vatrogasnoj odjeći [5].	41
Slika 28. Dobna skupina ispitanika	43
Slika 29. Spol ispitanika	44
Slika 30. Djelovanje ispitanika	45
Slika 31. Vremenski period djelovanja u vatrogasnim postrojbama ili društvu	45
Slika 32. Nosivost osobne zaštitne opreme	46
Slika 33. Učestalost korištenja osobne zaštitne opreme	47
Slika 34. Zadovoljstvo ispitanika	48
Slika 35. Održavanje OZO	49
Slika 36. Zamjena OZO	50



## 10.2. Popis tablica

Tablica 1. Hrvatske norme za osobnu zaštitnu opremu [4].....	6
Tablica 2. Najčešće upotrebljavani materijali za izradu interventne vatrogasne odjeće [15].....	25
Tablica 3. Dodatni zahtjevi zaštitne kacige [22].....	33