

Osobna zaštitna oprema za vatrogasce

Nikolić, Ljiljana

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Textile Technology / Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:201:670292>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA ZA VATROGASCE

LJILJANA NIKOLIĆ

Zagreb, veljača 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAVOD ZA ODJEVNU TEHNOLOGIJU

DIPLOMSKI RAD

OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA ZA VATROGASCE

Ljiljana Nikolić 9772/TTI-OI

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović

Zagreb, veljača 2019.

Temeljna dokumentacijska kartica

Zavod u kojem je izrađen diplomski rad: Zavod za odjevnu tehnologiju

Broj stranica: 64

Broj tablica: 6

Broj slika: 22

Broj literaturnih izvora: 47

Članovi povjerenstva:

1. Izv. prof. dr. sc, Ivan Novak, predsjednik
2. Prof. emeritusdr. sc. Zvonko Dragčević, član
3. Izv. prof. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, član
4. Dr. sc. Bosiljka Šaravanja, zamjenik člana

Datum predaje diplomskog rada:

Datum obrane diplomskog rada:

SAŽETAK:

Zadatak ovog diplomskog rada je cjelovito obraditi i prikazati osobnu zaštitnu opremu koju koriste vatrogasci u obavljanju radnih aktivnosti. U teorijskom dijelu opisana je svrha osobne zaštitne opreme, te su opisani propisi koje se odnose na osobnu zaštitnu opremu, nabrojane su norme i zahtjevi koji se postavljaju na zaštitnu opremu za vatrogasce sukladno važećem zakonodavstvu Europske Unije i Republike Hrvatske. Opisana je oprema koju vatrogasci koriste u intervencijama kao zaštitu od topline i plamena te kemijskih štetnosti. U okviru eksperimentalnog dijela ovog diplomskog rada odabran je odjevni sustav zaštitne odjeće za vatrogasce koji se sastoji od vatrogasnih rukavica, kacige, čizama i kombinezona za požare na otvorenom prostoru (šumski požar), te su opisani i specificirani zahtjevi sukladno važećim normama, prikazane su metode ispitivanja za svaki pojedini dio odjavnog sustava.

Ključne riječi: osobna zaštitna oprema, norme, zaštitna odjeća i oprema za vatrogasce.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Svrha osobne zaštitne opreme	2
2.2. Uporaba osobne zaštitne opreme	2
2.2.1. Zakon o zaštiti na radu	3
2.2.2. Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava.....	4
2.2.3. Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme	5
2.3. Hrvatske norme za osobnu zaštitnu opremu za vatrogasce	6
2.3.1. Zahtjevi normi za osobnu zaštitnu opremu za vatrogasce	10
2.4. Osobna zaštitna oprema.....	28
2.4.1. Toplinska zaštitna oprema	30
2.4.2. Kemijska zaštitna odjeća.....	32
2.4.3. Interventna zaštitna odjeća za vatrogasce	38
2.4.4. Odjeća za zaštitu od nevremena i hladnoće	42
2.4.5. Tehnička zaštitna odjeća	42
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	44
3.1. Vatrogasna kaciga prema normi HRN EN 433:2008 Kacige za gašenje požara u zgradama i drugim građevinama	44
3.1.1. Postupak ispitivanja vatrogasne kacige prema normi HRN EN 433:2008	45
3.2. Vatrogasne rukavice prema normi HRN EN 659:2008.....	47
3.3. Vatrogasne čizme prema normi HRN EN 15090:2012 - Obuća za vatrogasce.....	49
3.4. Vatrogasna odjeća za požare otvorenog prostora prema normi EN 15614:2008	51
3.4.1. Zahtjevi koji se postavljaju na materijale i na izradu.....	52
3.5. Testiranje gotovih odjevnih predmeta namjenjenih zaštiti od topline i plamena	53
4. RASPRAVA:	56
5. ZAKLJUČAK	59
6. LITERATURA:.....	60

1. UVOD

Vatrogastvo je stručna i humanitarna djelatnost koja se bavi preventivnim mjerama zaštite od požara i eksplozija, gašenjem požara, spašavanjem ljudi i imovine, pružanjem tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama [1]. Najvažnija razlika između vatrogasnog zanimanja u odnosu na ostala zanimanja je nemogućnost predviđanja zahtjeva koji će se na intervencijama postaviti pred vatrogasca. Glavne odlike poslova vatrogasaca su izloženost svim vrstama fizičkih, kemijskih i bioloških štetnosti koje ugrožavaju život i zdravlje. Jedan od najčešćih poslova su požari gdje su vatrogasci izloženi djelovanju visoke temperature naročito u intervencijama gašenja zatvorenih prostora te razne opasnosti kao što su udar električnom strujom, eksplozije, urušavanje [2].

Osobna zaštitna oprema (OZO) je svaki uređaj ili naprava koju pojedinac nosi ili drži u cilju zaštite od jedne ili više opasnosti za zdravlje ili život. Oprema za zaštitu vatrogasaca dijeli se na osobnu zaštitnu opremu i skupnu odnosno zajedničku zaštitnu opremu. U osobnu zaštitnu opremu ubraja se i pomagalo ili dodatak osobne zaštitne opreme koji služi postizanju istog cilja. Uporaba osobne zaštitne opreme je posljednja sigurnosna mjera za postizanje sigurnog uvijeta rada [3].

2. TEORIJSKI DIO

U teorijskom dijelu opisana su tri glavna propisa za osobnu zaštitnu opremu, te oprema koju vatrogasci koriste kod zaštite od topline i vatre, kemijskih, bioloških i radioaktivnih ugroza. U nastavku rada opisane su norme i zahtjevi koji se postavljaju na zaštitnu opremu za vatrogasce sukladno važećem zakonodavstvu Europske unije i Republike Hrvatske.

2.1. Svrha osobne zaštitne opreme

Svrha osobne zaštitne opreme je omogućiti radnicima rad u okolištu u kojem oni bez zaštite koju pruža osobna zaštitna oprema ne bi mogli raditi. Također osobna zaštitna oprema ima svrhu zaštite radnika od slučajnog ili neočekivanog izlaganja opasnostima pri akcidentnim situacijama. Osobna zaštitna oprema za vatrogasce, ne bi smjela gorjeti, taliti se niti raspadati, a pritom mora pružiti traženu zaštitu. Osobna zaštitna oprema za vatrogasce mora imati dvostruku funkciju. Mora vatrogascu omogućiti da obavlja rad koji se od njega traži i spriječiti posljedice incidenta. Postoje situacije kada vatrogasac ne može ostvariti cilj svoje prisutnosti te dovesti incident pod kontrolu, tada mu osobna zaštitna oprema mora pružiti dovoljnu zaštitu da pobjegne iz incidenta bez zadobivanja ozljeda [4].

2.2. Uporaba osobne zaštitne opreme

Upotreba osobne zaštitne opreme regulirana je kroz više zakonskih propisa. U Republici Hrvatskoj imamo tri glavna propisa o uporabi osobne zaštitne opreme. A to su:

1. Zakon o zaštiti na radu
2. Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava
3. Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme.

U nastavku rada bit će opisani samo najbitniji izvanci koji se direktno odnose na Zakon o zaštiti na radu, Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme i Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme [3].

2.2.1. Zakon o zaštiti na radu

Cilj i svrha Zakona o zaštiti na radu je sprječavanje ozljeda na radu, profesionalnih bolesti, drugih bolesti u vezi s radom te zaštita radnog okoliša. Zadaća zaštite na radu je čuvati zdravlje radnika i stvoriti uvjete rada i života s kojim će oni biti zadovoljni i ostati zdravi do kraja radnog vijeka. Radi unapređivanja sigurnosti i zaštite zdravlja na radu propisuju se opća načela sprječavanja rizika na radu i zaštite zdravlja, te se propisuju pravila za uklanjanje čimbenika rizika i postupci osposobljavanja radnika. Novi zakon o zaštiti na radu na snazi od 1.11.2018. godine [5].

Zakon o zaštiti na radu utvrđuje pravila zaštite na radu i opća načela primjene kao što su pravila pri projektiranju i izradi sredstva rada, pravila pri uporabi, održavanju, pregledu i ispitivanju sredstva rada, pravila koja se odnose na radnike, načine osposobljavanja radnika itd.

Zakon propisuje posebna pravila zaštite na radu ako se rizici za sigurnost i zdravlje radnika ne mogu ukloniti ili se mogu djelomično ukloniti primjenom osnovnih pravila zaštite na radu, te se dodatno primjenjuju posebna pravila. Posebna pravila na radu sadrže zahtjeve glede dobi, spola, zdravstvenog stanja, psihofizičkih i psihičkih sposobnosti itd.

Također zakon utvrđuje da je poslodavac obavezan izraditi procjenu rizika na radu u pisanom ili elektroničkom obliku, te da primjenjuje pravila, preventivne mjere odnosno metode kojima se sprječava i smanjuje izloženost radnika utvrđenim rizicima, te kako bi otklonio i najmanju moguću vjerojatnost nastanka ozljede na radu [5].

Zakon obvezuje poslodavca da provodi i organizira zaštitu na radu, vodeći računa o prevenciji rizika te obavještanju, osposobljavanju, organizaciji i sredstvima. U svrhu unapređenja sigurnosti i zaštite zdravlja radnika poslodavac je obavezan poboljšati razinu zaštite na radu te ih je obavezan organizirati tako da smanji izloženost radnika opasnostima, štetnostima i naporima.

Zakon obvezuje poslodavca da osigura da sredstvo rada i osobna zaštitna oprema u uporabi budu u svakom trenutku sigurna, održavana, prilagođeni za rad te poslodavac ne smije staviti u uporabu sredstava rada i osobna zaštitna sredstva ako nisu izrađena u skladu s propisima zaštite na radu i ako nisu ispravna.

Poslodavac je obavezan isključiti iz upotrebe sredstva rada i osobnu zaštitnu opremu na kojoj nastanu promjene zbog kojih postoji rizik za sigurnost i zdravlje radnika.

Zakon obvezuje poslodavca da u skladu s ovim zakonom, njegovim propisima, pravilima zaštite na radu, posebnim propisima, odnosno uputama proizvođača obavlja preglede i ispitivanja sredstva rada koja se koriste, radi utvrđivanja jesu li na njima primjenjena pravila zaštite na radu i jesu li zbog nastalih promjena tijekom njihove uporabe ugroženi sigurnost i zdravlje radnika [5].

2.2.2. Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava

Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava usklađen je s Uredbom (EU) 2016/425 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2016. o osobnoj zaštitnoj opremi i stavlja izvan snage Direktive Vijeća 89/686/EEZ. Ova uredba propisuje zahtjeve za projektiranje i proizvodnju osobne zaštitne opreme koja se stavlja na tržište, kako bi se osigurala zaštita zdravlja i sigurnost korisnika, utvrđuje pravila o slobodnom kretanju osobne zaštitne opreme u Uniji [6].

Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava propisuje:

- opće obveze poslodavca u vezi s osobnim zaštitnim sredstvima koji radnici upotrebljavaju prilikom rada, te propisuje i obveze poslodavca glede ocjenjivanja osobnih zaštitnih sredstava, obavještanja, savjetovanja i suradnje s radnicima.
- da su osobna zaštitna sredstva sva ona koji radnik nosi, drži ili na bilo koji drugi način upotrebljava pri radu, te da ga štite od jednog ili više rizika vezano za njegovu sigurnost i zdravlje. U osobna zaštitna sredstva spada i svako pomagalo ili dodatak koji se upotrebljava za postizanje svrhe zaštite [3].
- pravilnik koji navodi koja osobna zaštitna sredstva se ne smatraju:
 - a) obično radno odijelo ili odora, koja nije posebno namjenjena sigurnosti i zdravlju radnika pri radu,
 - b) sredstva, koja upotrebljavaju radnici spasilačkih službi,
 - c) osobna zaštitna sredstva za vojnike, policajce i radnike sličnih tijela državne uprave,
 - d) osobna zaštitna sredstva za radnike cestovnog transporta po posebnim propisima,

- e) sportska oprema,
 - f) oprema za samoobranu i zastrašivanje,
 - g) prijenosne naprave i aparati za otkrivanje i javljanje opasnosti i smetnje [7].
- da osobna zaštitna sredstva upotrebljavaju radnici pri radovima, pri kojima nije moguće otkloniti rizike za sigurnost i zdravlje ili kada poslodavac ne može u dovoljnoj mjeri smanjiti rizike primjenom osnovnih pravila zaštite na radu ili odgovarajućom organizacijom rada [3].

Pravilnik dalje navodi opće obveze poslodavca, obveze glede ocjene osobnih zaštitnih sredstava, savjetovanja s radnicima i suradnje s njima. Svaki poslodavac je obavezan pobrinuti se za sigurnost i zdravlje radnika, polazeći od osnovne postavke da radnik ima pravo raditi na takvom radnom mjestu na kojem mu je zajamčena sigurnost i zdravlje. Radni prostor i sredstva na radu moraju pružiti radniku sigurnost i ne smiju ugroziti njegovo zdravlje [3].

Poslodavac mora o vlastitom trošku osigurati radniku sredstva i opremu za osobnu sigurnost na radu. Također ih mora održavati ispravnima, obučiti radnike za njihovo ispravno rukovanje potrebno održavanje te popravke i zamjenu osobnih zaštitnih sredstava, osigurati odgovarajuće higijenske uvjete [3].

Ovaj pravilnik ima i tri priloga:

- I. Pregled rizika pri radu koju uvjetuju uporabu osobnih zaštitnih sredstava,
- II. Nezaključani popis osobnih zaštitnih sredstava za cijelo tijelo, odnosno za različite dijelove tijela i tjelesne organe,
- III. Nezaključani popis aktivnosti i sektora aktivnosti koji zahtjeva uporabu osobnih zaštitnih sredstava [3].

2.2.3. Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme

Ovim pravilnikom uređuju se uvjeti za stavljanje na tržište osobne zaštitne opreme i sigurnosne zahtjeve kojima osobna zaštitna oprema mora udovoljavati, radi osiguranja zaštite zdravlja i sigurnosti korisnika. U smislu odredbi ovog Pravilnika, osobnom zaštitnom opremom se smatra:

- a) svaki uređaj, naprava ili pribor koji koristi pojedinac radi zaštite od jedne ili više opasnosti za zdravlje i život,
- b) svaka jedinica koja je sastavljena od više uređaja, naprava ili pribora, koje je proizvođač sastavio u cjelinu radi zaštite osobe od jednog ili više rizika,
- c) svaki zaštitni uređaj, naprava ili pribor koji je odvojivo ili fiksno povezan s osobnom opremom koja nije zaštitna, te je pojedinac nosi ili drži pri obavljanju određenih aktivnosti,
- d) zamjenjivi dijelovi osobne zaštitne opreme koji su bitni za njezino zadovoljavajuće djelovanje, a koji se isključivo koriste za takvu opremu.

Svaki sustav koji se stavlja na tržište zajedno s osobnom zaštitnom opremom sa svrhom da se priključi na drugu vanjsku napravu, smatra se njezinim sastavnim dijelom, čak i ako taj sustav nije namjenjen neprekinutom korištenju ili držanju tijekom cijelog vremena izloženosti riziku [3].

2.3. Hrvatske norme za osobnu zaštitnu opremu za vatrogasce

Norma je dokument donesen konsenzusom i odobren od priznatoga tijela, koji za opću i višekratnu uporabu daje pravila, upute ili značajke za djelatnosti ili njihove rezultate radi postizanja najboljeg stupnja uređenosti u danome kontekstu. Norma specificira nacionalno priznate ili međunarodno usklađene zahtjeve za neku robu koja se proizvodi. Norme za osobnu zaštitnu opremu sadrže niz laboratorijskih testova, kojim se potvrđuje da će neki materijal koji je korišten u određenom predmetu osobne zaštitne opreme udovoljiti minimalnim zahtjevima. Ti zahtjevi mogu biti npr. kada izložimo osobnu zaštitnu opremu izvoru radijacije, konvekcije i/ili kontaktne topline i/ili plamena. Svrha normi je pružanje pomoći pri testiranju predmeta prema specifičnim zahtjevima [4]. Norme su neobvezni dokumenti koje svatko može dobrovoljno upotrebljavati, a obvezne postaju tek ako se na njih pozivaju tehnički propisi, ugovori ili su kao zahtjev navedene u nekom drugim pravnom dokumentima. U slučaju osobne zaštitne opreme to znači ispunjavanje bitnih zahtjeva za zaštitnu zdravlja i sigurnosti radnika. Novi zakon o normizaciji prepušta izdavanje tehničkih propisa ministarstvima koja su nadležna za podzakonsko uređenje svojih područja. Zakon uvodi raspodjelu nadležnosti za uvođenje i izdavanje norma i tehničkih normi na isti način

kako je to uređeno u Europi. Sve hrvatske norme su preuzete kao europske norme koje su usklađene s direktivama "novog pristupa". Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava usklađen je s Uredbom (EU) 2016/425 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2016. o osobnoj zaštitnoj opremi. Uredba propisuje zahtjeve za projektiranje i proizvodnju osobne zaštitne opreme koja se stavlja na tržište, kako bi se osigurala zaštita zdravlja i sigurnost korisnika, utvrđuje pravila o slobodnom kretanju osobne zaštitne opreme u Uniji [6]. U tablici 1 prikazan/naveden je popis hrvatskih normi za OZO za vatrogasce.

Tab. 1. Popis hrvatskih normi za osobnu zaštitnu opremu za vatrogasce [8]

Redni broj	Oznaka norme	Hrvatski naziv norme	Engleski naziv norme
1.	HRN EN 132:2004	Zaštitne naprave za disanje - definicija naziva i piktogrami	Respiratoryprotectivedevices - definitionsoftermsandpictograms
2.	HRN EN 134:2002	Zaštitne naprave za disanje - Nazivi dijelova	Respiratoryprotectivedevices- Nomenclatureofcomponents
3.	HRN EN 136:2002	Zaštitne naprave za disanje - Maske za cijelo lice - Zahtjevi, ispitivanje, označivanje	Respiratoryprotectivedevices - Full face masks - Requirements, testing, marking
4.	HRN EN 166:2002	Osobna zaštita očiju -- Specifikacije	Personal eye-protection -- Specifications
5.	HRN EN 388:2016	Rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika	Protectiveglovesagainstmechanicalrisks
6.	HRN EN 420:2011	Zaštitne rukavice - Opći zahtjevi i ispitne metode	Protectivegloves - General requirementsand test methods
7.	HRN EN 421:2010	Rukavice za zaštitu od ionizirajućeg zračenja i radioaktivne kontaminacije	Protectiveglovesagainstionizingradiationandradioactivecontamination
8.	HRN EN 443:2008	Kacige za gašenje požara u zgradama i drugim građevinama	Helmets for firefightingin buildingsand otherstructures

9.	HRN EN 469:2006	Zaštitna odjeća za vatrogasce - Zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za gašenje požara	Protective clothing for firefighters - Performancerequirements for protective clothing for firefighting
10.	HRN EN 529:2006	Zaštitne naprave za disanje - Preporuke za odabir, uporabu, njegu i održavanje -Upute	Respiratoryprotectivedevices -- Recommendations for selection, use, care andmaintenance -- Guidancedocument
11.	HRN EN 659:2008	Zaštitne rukavice za vatrogasce	Protectivegloves for firefighters
12.	HRN EN 943-1:2015	Odjeća za zaštitu od opasnih čvrstih, tekućih i plinovitih kemikalija, uključujući i tekuće i čvrste aerosole -1. dio: Zahtjevi za tip 1 (plinonepropusnu) odjeću za zaštitu od kemikalija	Protectiveclothingagainstdanger oussolid, liquidandgaseouschemicals, includingliquidandsolidaerosols -- Part 1: Performancerequirements for Type 1 (gas-tight) chemicalprotectivesuits
13.	HRN EN 943-2:2002	Odjeća za zaštitu od tekućih i plinovitih kemikalija, uključujući i tekuće aerosole i čvrste čestice - 2. dio: Zahtjevi na svojstva za "plinonepropusna" (tip 1) odjeća za zaštitu od kemikalija za spasilačke skupine	Protectiveclothing for use againstliquidandgaseouschemica ls, includingliquidaerosolsandsolid particles -Part 2: Performancerequirements for "gas tight" (Type 1) chemicalprotectivesuits for emergencyteams

14.	HRN EN 1073-1:2016	Odjeća za zaštitu od čvrstih čestica raspršenih u zraku uključujući radioaktivnu kontaminaciju -1. dio: Zahtjevi i metode ispitivanja za zaštitnu odjeću s cijevnim prozračivanjem stlačenim zrakom, koja štiti tijelo i dišne organe	Protective clothing against solid airborne particles including radioactive contamination -Part 1: Requirements and test methods for compressed air line ventilated protective clothing, protecting the body and the respiratory tract
15.	HRN EN 1073-2:2003	Odjeća za zaštitu od radioaktivne kontaminacije - 2. dio: Zahtjevi i ispitne metode za neprozračivu odjeću za zaštitu od kontaminacije radioaktivnim česticama	Protective clothing against radioactive contamination -Part 2: Requirements and test methods for non-ventilated protective clothing against particulate radioactive contamination
16.	HRN EN 1486:2007	Zaštitna odjeća za vatrogasce - Ispitne metode i zahtjevi za reflektirajuću odjeću za posebna gašenja požara	Protective clothing for firefighters - Test methods and requirements for reflective clothing for specialized firefighting
17.	HRN EN ISO 6942:2003	Zaštitna odjeća - Zaštita od topline i vatre -Metoda ispitivanja: Procjena jednoslojnih i višeslojnih materijala pri izlaganju izvoru toplinskog zračenja	Protective clothing -Protection against heat and fire -Method of test: Evaluation of materials and materials assemblies when exposed to a source of radiant heat
18.	HRN EN ISO 9151:2016	Odjeća za zaštitu od topline i plamena -Određivanje prolaza topline pri izlaganju plamenu	Protective clothing against heat and flame - Determination of heat transmission on exposure to flame
19.	HRN EN ISO 11612:2015	Zaštitna odjeća - Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Minimalni zahtjevi za izvedbu	Protective clothing- Clothing to protect against heat and flame - Minimum performance requirements

20.	HRN EN ISO 12127-1:2016	Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Određivanje prolaza dodirne topline kroz odjeću ili sastavne materijale - 1. dio: Dodirna toplina proizvedena cilindrom koji se zagrijava	Clothing for protection against heat and flame - Determination of contact heat transmission through protective clothing or constituent materials - Part 1: Contact heat produced by heating a cylinder
21.	HRN EN ISO 13688:2013	Zaštitna odjeća - Opći zahtjevi	Protective clothing - General requirements
22.	HRN EN ISO 14116:2015	Zaštitna odjeća -- Zaštita od plamena - Materijali, kombinacije materijala i odjeća ograničena širenja plamena	Protective clothing -- Protection against flame - Limited flame spread materials, material assemblies and clothing
23.	HRN EN ISO 15025:2016	Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Metoda ispitivanja ograničenog širenja plamena	Protective clothing - Protection against flame - Method of test for limited flame spread
24.	HRN EN 15090:2012	Obuća za vatrogasce	Footwear for firefighters
25.	HRN EN 16471:2015	Vatrogasne kacige - Kacige za gašenje požara otvorenog prostor	Firefighters helmets - Helmets for wildland firefighting
26.	HRN EN 16473:2015	Vatrogasne kacige - Kacige za tehničko spašavanje	Firefighters helmets - Helmets for technical rescue
27.	HRN EN ISO 20346:2014	Osobna zaštitna oprema - Zaštitna obuća	Personal protective equipment - Protective footwear

2.3.1. Zahtjevi normi za osobnu zaštitnu opremu za vatrogasce

Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava usklađen je s Uredbom (EU) 2016/425 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2016. o osobnoj zaštitnoj opremi i stavlja izvan snage Direktive Vijeća 89/686/EEZ. Ova uredba propisuje zahtjeve za projektiranje i proizvodnju osobne zaštitne opreme koja se stavlja na tržište, kako bi se osigurala zaštita zdravlja i sigurnost korisnika, utvrđuje pravila o slobodnom kretanju osobne zaštitne opreme u Uniji [6].

2.3.1.1. Norma HRN EN 132:2004- Zaštitne naprave za disanje - definicija naziva i piktogrami

Ova norma nam daje definiciju da su maske dio zaštitnih naprava za disanje koje povezuju dišne putove korisnika s filtrom, te istodobno odvajaju dišne putove od okolne atmosfere. Norma propisuje sljedeće zahtjeve da maska mora biti tijesno priljubljena na lice, da mora prekrivati usta, nos, oči i bradu. Unutarnji dio mora biti izrađen tako da udahnuti zrak ne orosi vizir. Također norma propisuje da prostor između maske i lica treba biti što manji, kako bi se u njemu zadržavalo što manje izdahnutog zraka. Svi dijelovi maske trebaju biti izrađeni od neškodljivog materijala, ne smije puštati boju niti nadražiti kožu, te dijelovi koji prekrivaju lice trebaju biti od termoplastičnog elastomernog materijala. Plastični dijelovi maske trebaju biti otporni na udarce i izrađeni od nazapaljivog materijala, te metalni dijelovi moraju biti od nehrđajućeg materijala. Norma nam također daje podjelu maski na:

- a) maske za cijelo lice,
- b) polumaska,
- c) četvrtmaska,
- d) filtarska polumaska,
- e) sklop usnika i
- f) filtri [9].

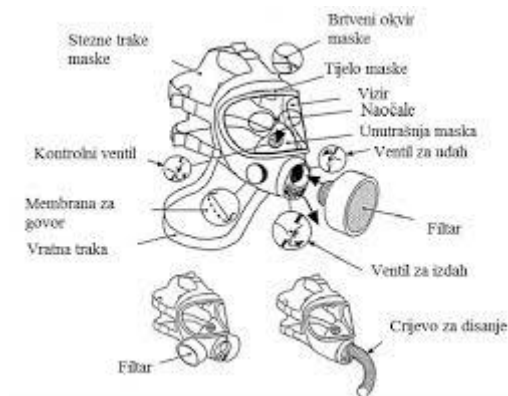
2.3.1.2 Norma HRN EN 134:2002 Zaštitne naprave za disanje - Nazivi dijelova

Ova norma sadrži usklađene nazive za dijelove zaštitnih naprava za disanje koje se odnose na maske za cijelo lice, polumaske, četvrtmaske.

Maske za cijelo lice:

- tijelo maske,
- britveni okvir maske,
- vizir,
- stezna traka maske,
- spojnica za opremu,
- ventil za izdah,
- kontrolni ventil,

- membrana za govor,
- vratna traka,
- naočale,
- filter i
- crijevo za disanje.



Sl. 1. Dijelovi maske za cijelo lice [8]

Polumaska:

- tijelo maske,
- stezne trake,
- priljubnica za nos,
- filter,
- ventil za udah i
- ventil za izdah.

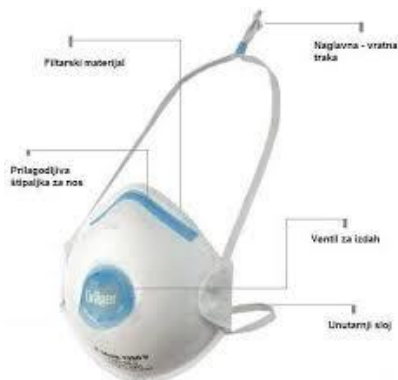
Četvrtmaska se koristi isto kao i polumaska u zaštiti dišnih organa, ali ne štiti oči.



Sl. 2. Čtvrtnaska [7]

Filterskapolumaska (respirator)

Ova polumaska se koristi jednokratno nakon čega se odbacuje u cijelosti. Napravljena je od filtrirajućeg materijala (gaze, celuloze ili specijalno složenih papira) s ventilnima za udah ili bez njih [9].



Sl. 3. Filterskapolumaska (respirator) [9]

2.3.1.3. HRN EN 136:2002 Zaštitne naprave za disanje - Maske za cijelo lice - Zahtjevi, ispitivanje, označivanje

Ova norma propisuje sljedeće zahtjeve: maska mora biti tijesno priljubljena na lice, da prekriva usta, nos, oči i bradu. Unutranji dio maske (tzv. unutarnja maska) mora biti izrađena da udahnuti zrak ne orosi vizir. Prostor između maske i lica treba biti što manji, kako bise u njemu zadržalo što manje izdahnutog zraka. Svi dijelovi maske moraju biti izrađeni od neškodljivog materijala, ne smije puštati boju niti nadražiti kožu, te dijelovi koji prekrivaju lice trebaju biti od termoplastičnog elastomernog materijala. Svi plastični dijelovi moraju biti otporni na udarce i izrađeni od nezapaljivnog materijala. Svi metalni dijelovi moraju biti od nehrđajućeg materijala [9].

2.3.1.4. Norma HRN EN 166:2002 Osobna zaštita očiju - Specifikacije

Norma HRN EN 166:2002 Osobna zaštita očiju - Specifikacije sadrži opće specifikacije poput osnovnih zahtjeva, označavanja i informacija za korisnike. Osnovni zahtjevi norme koji se postavljaju pred osobnu zaštitnu opremu su povećana čvrstoća, otpornost na zapaljenje (visoke temperature) i otpornostna koroziju, te za okulare otpornost na UV zračenje. Oznake na osobnoj zaštitnoj opremi moraju biti jasno i trajno napravljene, kako bi korisnik imao potrebne informacije u svako doba. Niti jedan dio materijala za zaštitu očiju ne smije izazivati bilo kakve iritacije [10].

2.3.1.5. Norma HRN EN 388:2016 - Rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika

Rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika ispituju se prema norma HRN EN 388:2016 označene su odgovarajućim piktogramom oblika čekića s ocijenom za četiri otpornost, kao što su habanje, presijecanje, trganje i probijanje. Raspon ocjena za svaku pojedinu otpornost je od 1 do 4, odnosno 5 za presijecanje. Što je veća ocjena bolja, bolja je razina otpornosti [11].

1. Otpornost na habanje temelji se na broju ciklusa koji su potrebni za testiranje uzorka rukavica (testiranje s brusnim papirom pod propisanim tlakom). Faktor zaštitne naveden je

ljestvicom od 1 do 4 ovisno o broju okretaja potrebnih za izradu rupice u materijalu, što je veći broj, to je bolja rukavica.

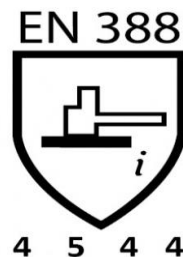
2. Otpornost na presjecanje temelji se na broju ciklusa potrebnih za presjecanje uzorka uz konstantnu brzinu. Faktor zaštite naveden je ljestvicom od 1 do 4.

3. Otpornost na trganje temelji se na količini sile potrebne za trganje uzorka. Faktor zaštite naveden je ljestvicom od 1 do 4.

4. Otpornost na probijanje na temelju količine sile potrebne za probijanje uzorka sa standardnom veličinom rukavice. Faktor zaštite naveden je ljestvicom od 1 do 4 [11].

Tab. 2. Razina otpornosti rukavica na mehaničke opasnosti [11]

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











Sl. 4. Piktogram za zaštitne rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika [12]

2.3.1.6. Norma HRN EN 420:2011 Zaštitne rukavice - Opći zahtjevi i ispitne metode

Norma HRN EN 420:2011 određuje opće zahtjeve i ispitne metode za zaštitne rukavice. Opći zahtjevi se odnose na:

- veličinu zaštitnih rukavica određuje se mjerenjem opsega stisnute šake i dužine ispružene šake,
- spretnost prstiju - rukavice trebaju omogućiti nesmetano obavljanje radnog zadatka uz dobar osjet i spretnost prstiju,
- označavanje i piktogrami su simboli koji upozoravaju na vrste rizika od kojih nas rukavice štite
- upute za uporabu i održavanje koje se prilažu uz rukavice, osim osnovnih podataka i oznaka proizvoda daju upute i za: rukovanje, čišćenje, skladištenje/transport i posebna upozorenja koja se odnose na alergene npr. latex [11].

Tab. 3. Prikaz piktograma za zaštitne rukavice [13]

Piktogram	Značenje zaštite
	Mehaničke opasnosti
	Mehaničke opasnosti (ubod, presjecanje)
	Ionizirajuće zračenje
	Zaštita od motorne pile
	Zaštita u vatrogastvu
	Upute za uporabu
	Zaštita od hladnoće
	Zaštita od topline
	Zaštita od zračenja
	Zaštita od kemikalija
	Zaštita od kemikalija
	Bakteriološka zaštita

2.3.1.7. Norma HRN EN 421:2010 Rukavice za zaštitu od ionizirajućeg zračenja i radioaktivne kontaminacije

Rukavice izrađene od ionizirajućeg zračenja i radioaktivne kontaminacije moraju zadovoljiti zahtjeve vezane za učinkovitost rukavice u smanjenju i apsorbiranju zračenja. Zbog toga rukavice moraju imati određenu količinu olova u rukavici. Norma određuje način na koji se izračunava potrebna količina olova u rukavici [14].



Sl. 5. Piktogram za rukavice za zaštitu od ionizirajućeg i štetnog zračenja [14]

2.2.3.8. Norma HRN EN 443:2008 Kacige za gašenje požara u zgradama i drugimgrađevinama

Ova norma nam daje dva tipa vatrogasnih kaciga:

- Tip A se odnosi na kacigu koja pokriva zonu 1a (gornji dio glave),
- Tip B se odnosi na kacigu koja pokriva i bočnu zonu 1 b oko ušiju. Ova kaciga se najviše upotrebljava u Europi.

Zahtjevi za mehaničku čvrstoću odnose se na test otpornosti na predmete s oštrim rubom (ispitivanje probojnosti) ispitivana masaima 1000 g. Testovi se izvode u različitim mikroklimatskim uvjetima vruće -hladno. Ispitivanje na toplinsku radijaciju izvodi se pri 14kW/m^2 s vremenom trajanja od 480 ± 5 sek [3].

2.2.3.9. Norma HRN EN 469:2006 Zaštitna odjeća za vatrogasce - Zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za gašenje požara

Ova norma navodi zahtjeve za zaštitnu odjeću pri gašenju strukturnih požara i razne aktivnosti kao što su spašavanje i pomoć pri katastrofama. Norma propisuje dvije razine zaštite: razina 1

(niža) i razina 2 (viša). Ova odjeća pruža i ograničenu razinu zaštite od slučajnog polijevanja kemikalijama i zapaljivim tekućinama.

Među osnovnim zahtjevima nalaze se:

-zaštita se može ostvariti s jednim ili više odjevnih predmeta, s jednim ili više različitih slojeva,

-ako se odijelo sastoji od dva dijela (jakne i hlače), između njih mora u svim radnim položajima postojati dovoljan preklop, (preklop jakne i hlače od oko 30 cm),

- ako je za zaštitu potrebno višeodjevih predmeta, svaki od njih se označuje prema ovoj normi,

-zaštita vrata se ostvaruje pomoću zatvaranja sučelja prema glavi s visokim ovratnikom,

-dvostruko zatvaranje sprijeda na prsima,

-refleksne trake za visoku uočljivost [3].

Jedan od najvažnijih parametara za vatrogasna odijela koje propisuje norma je otpornost materijala:

- na otvoreni plamen,
- od prijelaza topline radijacijom,
- na prodor vode i
- na vodenu paru [15].

2.2.3.10. Norma HRN EN 529:2006 Zaštitne naprave za disanje -Preporuke za odabir, uporabu, njegu i održavanje -Upute

Norma daje preporuke za odabir, uporabu, njegu i održavanje zaštitnih naprava za disanje. Maska se treba svaki put očistiti i dezinficirati nakon svake upotrebe. Kod čišćenja maski treba poštivati upute proizvođača o sredstvu čišćenja. Nakon čišćenja i dezinfekcije maska se treba temeljito isprati u vodi. Maske se trebaju sušiti u visećem položaju u prostoru s prirodnim strujanjem zraka. Nakon svakog čišćenja, dezinfikacije i sušenja, a prije pakiranja, maska se mora ispitati. Radi higijenskih uvjeta preporučuje se da svaki radnik ima svoju

masku. Radnici nebi smjeli imati brkove i bradu zbog toga što kod njih nije moguće postići potpuno prijanjanje obrazine uz lice, te radnici koji nose naočale trebaju upotrebljavati posebne naočale koje se stavljaju unutar maske [9].

2.2.3.11. Norma HRN EN 659:2008 Zaštitne rukavice za vatrogasce

Rukavice moraju biti označene odgovarajućim piktogramom te osim općih zahtjeva moraju pružiti mehaničku, toplinsku zaštitu, zaštitu od prodora vode i zaštitu od tekućih kemikalija.

Tab. 4. Zahtjevi za zaštitne rukavice za vatrogasce [11]

Svojstva	Otpornost	Razina zaštite koje rukavice moraju zadovoljavati
Mehanička svojstva	Habanje	≥ 3 za dlan rukavice
	Presjecanje	≥ 2 za dlan i gornju stranu rukavice
	Trganje	≥ 3 za dlan rukavice
	Probijanje	≥ 3 za dlan rukavice
Termička svojstva	Gorenje	4
	Prijelaz topline konvekcijom	3 za dlan i gornju stranu rukavice
	Radijacijska toplina	≥ 20 s za gornju stranu rukavice
	Provođenje toplinekondukcijom	250 °C najmanje 10 s za dlan rukavice
Ostalo	Spretnost	>1
	Vodopropusnost	opcijski
	Otpornost na kemikalije	30% H ₂ SO ₄ , 40% NaOH, 36% HCl, o-ksilen



Sl. 6. Piktogram za zaštitne rukavice vatrogasca [16]

2.2.3.12. Norma HRN EN 943-1:2015 Odjeća za zaštitu od opasnih čvrstih, tekućih i plinovitih kemikalija, uključujući i tekuće i čvrste aerosole -1. dio: Zahtjevi za tip 1 (plinonepropusnu) odjeću za zaštitu od kemikalija

Ova norma specificira minimalne zahtjeve, metode ispitivanja, označavanje te podatke koje proizvođač isporučuje za ventilirana i neventilirana kemijska zaštitna odijela. Ventilirana kemijska zaštitna odjeća omogućuje dio svježeg zraka koji se koristi za ventilaciju odijela, čime se odvodi topao i vlažan zrak te se poboljšava ugodnost korisnika. Specificira osobnu zaštitnu odjeću koja pokriva cijelo tijelo, koje treba nositi kao zaštitu od čvrstih, tekućih i plinovitih kemikalija, uključujući tekuće i čvrste aerosole. Ova norma ne utvrđuje minimalne kriterije za zaštitu od ne-kemijskih opasnosti kao npr. radiološki požar, eksplozije. Ova vrsta opreme nije namjenjena za popuno potapanje u tekućinu. Šavovi, spojevi i spojnice koje pričvršćuju pribor uključene su u ovoj normi. Ova norma zahtjeva da se razni materijali i komponente odijela ispituju za otpornost na kemijsku permeaciju/propuštanje [17].

2.2.3.13. Norma HRN EN 943-2:2002 Odjeća za zaštitu od tekućih i plinovitih kemikalija, uključujući i tekuće aerosole i čvrste čestice - 2. dio: Zahtjevi na svojstva za "plinonepropusna" (tip 1) odjeća za zaštitu od kemikalija za spasilačke skupine

Kod kemijskih zaštitnih odijela materijal mora zadovoljiti otpornost materijala na prodiranje 15 karakterističnih kemikalija (tekućina i plinova):

1. diklorometan,
2. metanol,
3. n- heptan,
4. toluen,
5. dietulamin,
6. natrijev hidroksid 40 %,
7. sumporna kiselina 96 %,
8. amonijak,
9. klor,

10. klorovodik,
11. aceton,
12. acetonitril,
13. etil acetat,
14. ugljikov disulfid i
15. tetrahidrofuran [18].

2.2.3.14. HRN EN 1073-1:2016 Odjeća za zaštitu od čvrstih čestica raspršenih u zraku uključujući radioaktivnu kontaminaciju -1. dio: Zahtjevi i metode ispitivanja za zaštitnu odjeću s cijevnim prozračivanjem stlačenim zrakom, koja štiti tijelo i dišne organe

Ova norma specificira zahtjeve i metode ispitivanja za zaštitnu odjeću, ventiliranu neovisnom opskrbom zraka od nezagađenog izvora, štiti tijelo i dišni sustav nositelja protiv čvrstih čestica u zraku uključujući i radioaktivnu kontaminaciju. Norma se ne odnosi na zaštitu od ionizirajućeg djelovanja i zaštitu od onečišćenja radioaktivnim tvarima pomoću dijagnostičkih i/ili terapijskih mjera [19].

2.2.3.15. HRN EN 1073-2:2003 Odjeća za zaštitu od radioaktivne kontaminacije - 2. dio: Zahtjevi i ispitne metode za neprozračivu odjeću za zaštitu od kontaminacije radioaktivnim česticama

Ova norma specificira zahtjeve i ispitne metode za neprozračivu zaštitnu odjeću za zaštitu od kontaminacije radioaktivnim česticama. Takva zaštitna odjeća je namjenjena samo zaštitu tijela, ruku i nogu nositelja, ali se može koristiti s dodatcima koji osiguravaju zaštitu dodatnim područjima nositelja kao npr. rukavice ili čizme. Norma se ne odnosi na zaštitu od ionizirajućeg zračenja i zaštitu protiv kontaminacije sa radioaktivnim tvarima[20].

2.2.3.16. HRN EN 1486:2007 Zaštitna odjeća za vatrogasce -Ispitne metode i zahtjevi za reflektirajuću odjeću za posebna gašenja požara

Ova norma razmatra zahtjeve za zaštitu cijelog tijela, uključujući glavu, ruke i noge. Norma propisuje metode ispitivanja i minimalne zahtjeve za reflektirajuću zaštitnu odjeću koja se koristi za posebna gašenja požara. Ova odjeća pruža zaštitu od plamena i intenzivnog toplinskog zračenja i nosi se samo kratko vrijeme, omogućuju vatrogascima da uđu u specifične rizične situacije u slučaju požara, te spašavanje iz požara koje zahtjeva upotrebu aparata za disanje. Ova norma se odnosi samo na zaštitnu odjeću koja ima sposobnost vanjskog materijala na intenzivno reflektivno zračenje topline. Ova vrsta reflektirajuće odjeće također se može koristiti za industrijske primjene koji uključuju visoke razine zračenja topline.

Promjene karakteristika proizvoda tijekom vremena uporabe ili skladištenja. Starenje je uzrokovano kombinacijom nekoliko čimbenika, kao što su:

- čišćenje, održavanje,
- izlaganje vidljivom i/ili ultraljubičastom zračenju,
- izlaganje visokim ili niskim temperaturama ili mjenjanju temperatura,
- izlaganje kemikalijama uključujući i vlagu,
- izlaganje biološkim sredstvima kao što su bakterije, gljivice, insekti ili drugi štetnici,
- izlaganje mehaničkom djelovanju kao što je abrazija, savijanje i pritisak,
- izlaganje habanju i habanje,
- izlaganje onečišćenju kao što je prljavština, ulje, prskanje rastaljenog metala.

Čišćenje je postupak u kojem je osobna zaštitna oprema ponovno upotrebljiva i/ili higijenski nosiva uklanjajući bilo kakvu prljavštinu ili onečišćenje. Postupak čišćenja je pranje/sušenje ili suho čišćenje, ako je potrebno glačanje ili neka druga obrada.

Zaštitna odjeća za vatrogasce mora osigurati zaštitu protiv intenzivne topline i direktnog plamena uključujući glavu, ruke i stopala.

Sastoji se od:

- odjeće,
- kapuljače (može biti uključena ili ne),

- zaštite za čizme.

Materijali ne smiju sadržavati tvari za koje se općenito zna da su toksični, kancerogeni, mutageni, alergični [21].

2.2.3.17. HRN EN ISO 6942:2003 Zaštitna odjeća - Zaštita od topline i vatre - Metoda ispitivanja: Procjena jednoslojnih i višeslojnih materijala pri izlaganju izvoru toplinskog zračenja

Norma specificira dvije dodatne metode (metoda A i metoda B) za određivanje ponašanja materijala za zaštitnu odjeću od topline podvrgnutu toplinskom zračenju. Ta ispitivanja se provode na reprezentativnom jednoslojnom ili višeslojnom materijalu ili drugim materijalima namjenjenim odjeći za zaštitu od topline. Metoda A služi za vizualnu procjenu bilo kakvih promjena u materijalu nakon djelovanja toplinskog zračenja. S metodom B određuje se zaštitni učinak materijala. Materijali se mogu ispitati pomoću dva postupka ili ispitati materijal pomoću jednog od njih.

Kod razine prijenosa topline imamo dva vremena:

- vrijeme 1: vrijeme u sekundama izraženo na jedno decimalno mjesto, kako bi se postiglo povećanje temperature kalorimetra od $12 \pm 0,1$ °C
- vrijeme 2: vrijeme u sekundama izraženo na jedno decimalno mjesto, kako bi se postiglo povećanje temperature kalorimetra od $24 \pm 0,2$ °C [22].

2.2.3.18. HRN EN ISO 9151:2016 Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Određivanje prolaza topline pri izlaganju plamenu

Norma specificira metodu određivanja prolaza topline kroz materijal ili kroz spojene dijelove materijal koji se koriste u zaštitnoj odjeći. Materijali se zatim mogu rangirati usporedbom indeksa prijenosa topline, koji daju naznaku relativne topline pod određenim uvjetima ispitivanja. Indeks prijenosa topline ne treba se uzeti kao mjerilo vremena zaštite materijala pod stvarnim uvjetima upotrebe. Prijenos topline kroz odjeću u velikoj mjeri ovisi o njegovoj debljini, uključujući zračni međuprostor koji je zarobljen između slojeva materijala. Zračni međuprostor može se značajno razlikovati u različitim dijelovima istog odjevnog predmeta.

Ovaj postupak osigurava ocjenjivanje materijala koji se testira pod standardnim uvjetima ispitivanja bez zračnog međuprostora [23].

2.2.3.19. HRN EN ISO 11612:2015 Zaštitna odjeća - Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Minimalni zahtjevi za izvedbu

Veličina odjeće mora biti u skladu s zahtjevima norme HRN EN ISO 13688. Zaštitna odjeća od topline i plamena mora u potpunosti pokriti gornji i donji dio tijela, vrat, ruke do zglobova, i noge do gležnjeva. Odijelo može biti izrađeno kao jednodjelno (kombinezon) ili dvodijelno (jakna i hlače). Dno hlača treba se poklapati s vrhom obuće i to preklapanje treba biti cijelo vrijeme tijekom hodanja i puzanja. Kada je zaštitna odjeća napravljena prema zahtjevima ove norme i ako nositelj ima odgovarajuću veličinu odijela tada preklopi moraju ostati i kada nositelj proteže ruke iznad glave, i kada se nagine dok dlanovi ne dotaknu zemlju.

Sukladnost se provjerava vizualnim pregledom, uključujući procjenu stanja i fizičko mjerenje kada nositelju odgovara veličina odijela. Također zglobovi i gležnjevi moraju ostati prekriveni u uspravnom položaju [24].

2.2.3.20. HRN EN ISO 12127-1:2016 Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Određivanje prolaza dodirne topline kroz odjeću ili sastavne materijale - 1. dio: Dodirna toplina proizvedena cilindrom koji se zagrijava

Zaštitna odjeća za zaštitu od topline i plamena može biti izložena izravnom dodiru s vrućim tvarima ili vrućim površinama. Raznolikost takvih uvjeta kontakta otežava procjenu opasnosti koje mogu nastati zbog visoke temperature. Metoda ispitivanja omogućuje da se taj prijenos topline procjeni kada se zagrijani cilindar i materijal odjeće dovedu u međusobni kontakt.

Ova norma određuje ispitnu metodu za određivanje prijenosa topline cilindrom. Prikladna je za zaštitnu odjeću (uključujući i zaštitu ruku) i njezine sastavne materijale namjenjene zaštiti od visokih kontaktnih temperatura. Primjena ovog dijela norme ograničena je na temperaturu kontakta između 100 °C i 500 °C [25].

2.2.3.21. HRN EN ISO 13688:2013 Zaštitna odjeća - Opći zahtjevi

Ova norma određuje opće zahtjeve i karakteristike za ergonomiju, neškodljivost materijala, starenje, oznake veličine, usklađenost i obilježavanje zaštitne odjeće te informacije koje će biti dostavljene od strane proizvođača. Ova norma se ne primjenjuje samostalno, već dolazi u kombinaciji s drugim normama. Zaštitna odjeća ne smije štetno utjecati na zdravlje ili higijenu korisnika. Materijali ne smiju, u predviđenim uvjetima normalne uporabe oslobađati tvari za koje se općenito poznaju kao toksične, kancerogene, alergene, toksične za izradu ili na drugi način štetne [26].

2.2.3.22. HRN EN ISO 14116:2015 Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Materijali, kombinacije materijala i odjeća ograničena širenja plamena

Svrha ove norme je utvrditi minimalne zahtjeve u pogledu učinkovitosti odjeće kako bi se smanjila mogućnost da odjeća i/ili njezini materijali gore kada su u povremenom i kratkom kontaktu s malim plamenom i time samo po sebi predstavlja opasnost. Za potpunu zaštitu od izlaganja plamenu biti će potrebno zaštititi glavu, lice, ruke i/ili stopala odgovarajućom osobnom zaštitnom opremom, a u nekim slučajevima i odgovarajućom zaštitom dišnih sustava. Norma određuje zahtjeve izvedbe za ograničena svojstva širenja plamena svih materijala, svih spojenih dijelova materijala i zaštitne odjeće kako bi se smanjila mogućnost da odjeća gori u povremenim i kratkim kontaktima s malim plamenom i time predstavlja opasnost. Navedeni su i dodatni zahtjevi za odjeću, uključujući zahtjeve za projektiranje, mahaničke zahtjeve, označavanje i podatke koje je dostavio proizvođač. Kada je potrebna zaštita od topline, osim zaštite od plamena, ova norma nije prikladna. Umjesto toga, treba se koristiti norma ISO 11612. Sustav klasifikacije daje se za materijale, spojne dijelove materijala i odjevne predmete koji su ispitani prema ISO 15025, metoda A[27].

2.2.3.23. HRN EN ISO 15025:2016 Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Metoda ispitivanja ograničenog širenja plamena

Ova metoda ispitivanja usko je povezana s metodom ispitivanja iz norme ISO 6941. Materijali koji ne izgaraju do gornjih ili okomitih rubova ispitivanog uzorka upotrebljenog u ovom ispitivanju mogu se klasificirati kao proizvodi s ograničenim širenjem plamena. Ova metoda procjenjuje svojstva tekstilnih tkanina kao odgovor na kratki kontakt s malim plamenom u kontroliranim uvjetima. Ovim postupkom može se odrediti utjecaj šavova na ponašanje materijala, pri čemu se šav stavlja u ispitni uzorak tako da se podvrgne ispitnom plamenu. Ova norma određuje dva postupka (površinsko paljenje i paljenje pri dnu) za određivanje svojstva širenja plamena vertikalno orijentiranih fleksibilnih materijala u obliku jednokomponentnih ili višekomponentnih tkanina (premazanih, prošivenih, višeslojnih, sendvič konstrukcija i sličnih kombinacija) podvrgnutim malom plamenu. Ova ispitna norma ne primjenjuje se na situacije u kojima postoji ograničen dovod zraka ili izloženost velikim izvorima intenzivne topline, za koje su druge metode ispitivanja prikladnije. Ova metoda ispitivanja nije prikladna za materijale koji pokazuju visoku temperaturu taljenja ili skupljanja[28].

2.2.3.24. HRN EN 15090:2012 Obuća za vatrogasce

Ova norma specificira zahtjeve i metode testiranja za tri vrste vatrogasne obuće:

- čizme kod intervencija spašavanja (tip 1),
- čizme kod intervencija gašenja požara (tip 2),
- čizme kod intervencija s opasnim tavrima (tip 3).

Norma zahtjeva testiranje vatrootpornih svih dijelova obuće, kao što su patentni, konci za spajanje te ostali zatvarajući mehanizmi. Testiranje snage patentnih zatvarača, da ne bi došlo do pucanja patent zatvarača prilikom odlaska na intervenciju ili još gore prilikom same intervencije [29].

2.2.3.25. HRN EN 16471:2015 Vatrogasne kacige - Kacige za gašenje požara otvorenog prostora

Svrha ove norme je da osigura minimalne zahtjeve za učinkovitost kaciga koje su dizajnirane za upotrebu gašenja požara otvorenih prostora tijekom dužeg vremena gašenja i povezanih aktivnosti. Zaštitna kaciga mora biti udobna, lagana i proporcionalna s rizicima kojima vatrogasac može biti izložen, te kako bi bilo učinkovit bez uvođenja toplinskog stresa. Norma određuje minimalne zahtjeve za kacige za gašenje požara otvorenog prostora koji štiti gornji dio glave uglavnom od utjecaja udarca, prodora topline, plamena i žarišta pri obavljanju vatrogasnog posla i povezanih aktivnosti u gašenju požara otvorenog prostora. Norma opisuje zahtjeve za obilježavanje i informacije koje isporučuje proizvođač. Gašenje požara otvorenog prostora uključuje izravne i neizravne tehnike napada (kao što su rezanje drveta). Okruženje u gašenju požara otvorenog prostora uključuju šume, usjeve, plantaže i travu/grmlje ili poljoprivredno zemljište. Zaštita lica, očiju, ušiju i vrata može zahtijevati dodatne stavke osobne zaštitne opreme koji nisu prikazani u ovoj normi [30].

2.2.3.26. HRN EN 16473:2015 Vatrogasne kacige - Kacige za tehničko spašavanje

Svrha ove norme je da osigura minimalne zahtjeve za učinkovitost kaciga namjenjenih za tehničke operacije spašavanja i povezane aktivnosti, npr. vatrogasca, spasilačkog i medicinskog osoblja. Norma specificira minimalne zahtjeve za kacige za tehničko spašavanje. Zaštitna kaciga treba biti udobna, lagana i proporcionalna rizicima kojima može biti izloženo spasilačko osoblje kako bi bilo učinkovito. Ove kacige su namjenjene za zaštitu gornjeg dijela glave uglavnom od utjecaja mehaničkim opasnosti, kao što su udar, plamen, električni i kemijski rizici tijekom provođenja tehničkog spašavanja i pratećih aktivnosti. Tehnička spašavanja uključuju okruženja i uvjete povezane s operativnim scenarijima kao što su sudari u cestovnom prometu, incidenti na željeznici, te nekih prirodnih katastrofa kao što su poplave, potresi itd. Norma opisuje zahtjeve za obilježavanje i informacije koje isporučuje proizvođač. Kacige za gašenje požara u zgradama i drugim objektima u gašenju požara otvorenih prostora nisu obuhvaćena u ovoj normi već u HRN EN 443 i HRN EN 16471. Kacige koje se koriste u operacijama spašavanja u vodi pomoću plovila, kao što su čamci,

kanui itd., također su pokrivena ovom normom. Zaštita lica, očiju, ušiju i vrata može zahtijevati dodatne stavke osobne zaštitne opreme koji nisu prikazani u ovoj normi[31].

2.2.3.27. HRN EN ISO 20346:2014 Osobna zaštitna oprema - Zaštitna obuća

Ova norma određuje osnovne i dodatne (neobavezne) zahtjeve za zaštitnu obuću koja se koristi za opću namjenu. To uključuje npr. mehaničke rizike, otpornost na klizanje, toplinske rizike, ergonomska ponašanja i sl. [32].

2.4. Osobna zaštitna oprema

Osobna zaštitna oprema je svaki uređaj ili naprava koju pojedinac drži ili nosi u svrhu zaštite od opasnosti za svoje zdravlje ili život. Također u osobnu zaštitnu opremu ubraja se i svako pomagalo ili dodatak osobne zaštitne opreme koja služi postizanju istog cilja. Svrha osobne zaštitne opreme je omogućiti radnicima rad u okolišu u kojima bez zaštite koje pruža osobna zaštitna oprema nebi mogli raditi, a da pritom ne bude ugroženo njihovo zdravlje i život [3]. Uporaba osobne zaštitne opreme obvezna je pri izvođenju radnih zadataka gdje postoje rizici za zdravlje i sigurnost radnika, a mora osigurati najveću razinu zaštite radnika uz uvjet da omogućava normalno odvijanje radnih aktivnosti te da je udobna radniku. Kako bi osigurala sigurnost i zaštitu zdravlja radnika, osobna zaštitna oprema treba:

- biti izrađena i oblikovana u skladu s zahtjevima,
- biti namjenski izrađena za zaštitu pred očekivanim rizicima i ne smije uzrokovati veće rizike za sigurnost radnika,
- odgovarati stvarnim uvjetima na mjestu rada,
- odgovarati specifičnim ergonomskim potrebama,
- biti izrađena da ih radnik može pravilno prilagoditi na jednostavan način [5].

Zaštitna vatrogasna oprema ima svrhu zaštititi vatrogasca od opasnosti za njegovo zdravlje i život. Oprema za zaštitu vatrogasaca dijeli se na:

- a) osobnu zaštitnu opremu i

b) skupnu (zajedničku) zaštitnu opremu.

U osobnu zaštitnu opremu za vatrogasce ubrajamo:

- vatrogasnu odjeću i obuću,
- vatrogasnu kacigu,
- vatrogasni penjački pojas,
- masku za cijelo lice.

Osobnu zaštitnu opremu nosi svaki vatrogasac pri intervencijama gašenja požara, spašavanju osoba i imovine, zaštitu okoliša i u drugim intervencijama u kojima se susreću s opasnosti za svoju sigurnost i zdravlje. Također se osobna zaštitna oprema koristi i za vrijeme praktičnih vježbi tijekom školovanja, osposobljavanja, usavršavanja te rada u vatrogasnim postrojbama [33].

Osobna zaštitna oprema za tijelo (odjeća) pruža više zaštitnih funkcija istodobno, prema tome podjeljena je prema dominantnoj, odnosno osnovnoj zaštitnoj funkciji koju ima. Prema dominantnim funkcijama koje zaštitna odjeća pruža vatrogascu može se podjeliti na:

- toplinska zaštitna odjeća,
- kemijska zaštitna odjeća (uključuje zaštitu od vanjskih bioloških i radioaktivnih agenasa),
- vatrogasna interencijska odjeća,
- odjeća za zaštitu od nevremena i hladnoće i
- tehnička zaštitna odjeća [3].

Zaštitna odjeća za vatrogasce koristi se prilikom gašenja požara ili sličnih aktivnosti gdje postoji opasnost od visokog stupnja opterećenja i izravnog plamena. Zbog različitih uvjeta u kojima vatrogasci obavljaju posao, te zbog vanjskih utjecaja koji nastaju u akcidentnim situacijama nastanka i širenja požara, radna odjeća vatrogasca mora zadovoljavati i zaštitu od ostalih uvjeta kao što su zaštita od topline, vatre, kemijskih, bioloških i radioaktivnih ugroza. Opća norma za zaštitnu odjeću koja se primjenjuje kao hrvatska norma je HRN EN ISO 13688:2013. Osnovni zahtjevi za zaštitnu odjeću jesu neškodljivost, dizajn, udobnost, održavanje, ergonomija te označavanje odjeće.

2.4.1. Toplinska zaštitna oprema

Pri vatrogasnim intervencijama odjeća bi trebala zaštititi korisnika od mogućih kontakata s plamenom, od visokih temperatura zraka, radijacijske topline i slučajnog kontakta s kemikalijama, a istovremeno omogućiti obavljanje zadataka bez suvišnog toplinskog stresa uzrokovanog odjećom. Odjeća za zaštitu od topline i plamena koristi se pri radnim zadacima gdje je radnik izložen visokim temperaturama ili izložen direktnom plamenu. Odjeća za zaštitu od topline i plamena mora ispunjavati zahtjeve normi HRN EN ISO 14116:2015 Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Materijali, kombinacije materijala i odjeća ograničena širenja plamena te HRN EN ISO 11612:2015 Zaštitna odjeća - Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Minimalni zahtjevi za izvedbu. Odjeća namjenjena za zaštitu od topline i plamena mora potpuno pokrivati tijelo, vrat, noge i ruke [4].

Toplinska zaštitna odjeća izrađena je od materijala koji je otporan na visoke temperature i gorenje te je nepropusan za vodu. Ima više načina u kojim toplina može ugroziti zdravlje i život radnika, a to su:

- kontaktno (kondukcijski),
- konvekcijski,
- radijacijski (IC i MV zračenje),
- iznenadni kratkotrajni ili dulji kontakt s plamenom,
- prskanje/polijevanje rastaljenim ili užarenim materijalom i
- kombinacija navedenih utjecaja.

Zahtjevi koji se postavljaju za odjevni predmet su otpornost na ograničeno širenje plamena, smanjenje toplinskog toka, smanjenje toplinske doze zračenja na površinu kože, visoka toplinska izolacija i otpornost na taljenje i kapanje. Ova vrsta zaštitne odjeće nosi se kao vanjski sloj odjeće pa je dizajnirana da dobro pristaje te da je udobna [34].

Kada je materijal izložen toplini i plamenu može reagirati na više načina. Ovisno o vrsti, svojstvima materijala i vrsti izlaganja materijal se može rastaliti, skupiti, pougljeniti, zapaliti itd. Zbog toga se koriste specijalni materijali, kojima se smanjuje ili eliminira mogućnost nastanka jedne ili više navedenih pojava. Toplinska zaštitna odjeća može biti jednoslojna ili višeslojna. Što više slojeva sadrži neka kombinacija materijala odjeće, to delji i teži on općenito postaje te stoga pruža i veću zaštitu. Pravilan odabir veličine toplinske zaštitne odjeće predstavlja važan dio zaštite korisnika. Što je odjeća komotnija to veću zaštitu pruža zbog povećane debljine zračnog sloja između odjeće i kože, koji djeluje kao toplinska

izolacija i štiti. Odjeća koja tijesno pristaje uz tijelo ima smanjenu zračnu izolaciju, što u slučaju izlaganja plamenu i/ili toplini može rezultirati jačim opeklinama nego s komotnijom odjećom [3].

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.

Vatrootporni tretirani materijali to su materijali celuloznog porijekla, npr. pamuk i visokoza, koji se tretiraju posebnim postupcima kako bi se postigla otpornost na određene temperature i vrijeme izloženosti u specijalnim uvjetima [3].

Inherentno vatrootporni materijali su materijali sintetičkog porijekla kod kojih su vatrootporne osobine definirane kemijskim sastavom, pa se ne mogu kemijski niti fizikalno izmijeniti. Čvrstoća i otpornost na abraziju su posebno naglašeni kod inherentno otpornih vlakana [3].

Mješavine inherentno otpornih vlakana s vatrootpornim tretiranim vlaknima osiguravaju da se istodobno postignu zaštitne osobine sintetičkih vlakana i udobnost prirodnih vlakana [3].

Toplinska zaštita u uvjetima visoke razine radijacijske topline postiže se na način da se za vanjski sloj zaštite koriste aluminizirani materijali koji se sastoje od osnovne vatrootporne tkanine na koju se s vanjske strane laminira (postupak lijepljenja) reflektirajuća aluminijska folija.



Sl. 7. Primjer aluminiziranog odijela za zaštitu od snažne radijacijske topline i za kratkotrajni ulaz u vatru [35]

Oznake ili neke druge detalje pričvršćene za zaštitnu radnu odjeću koja štiti od plamena i topline treba izbjegavati. Zato se koriste elementi izrađeni od nezapaljivog materijala, tako da se ne umanjuju zaštitne karakteristike materijala.



Sl. 8. Piktogram zaštitne odjeće za zaštitu od topline i plamenaprema normu ISO 11612 [18]

2.4.2. Kemijska zaštitna odjeća

Uloga kemijske zaštitne odjeće je štititi radnika od štetnih učinaka tekućih, krutih (najčešće praškastih) i plinovitih kemikalija. Kemijska zaštitna odijela upotrebljavaju se u raznim situacijama kao što su rad s otrovim 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 odijela za trajnu uporabu, za ograničenu uporabu, te onu za jednokratnu uporabu [34]. 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 permeaciju/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 nepromjenjeni. Testiranje na nepropusnost izvodi se svake godine.

Odjeća ograničene uporabe izrađuje se od materijala koji semehanički brže istroše od trajnih, 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

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

Tip 2– plinopropusno odijelo, cijevni dovod zraka u odijelo, odijelo je u nadtlaku



a) tip 1

b) tip 2

c) tip 3

Sl. 9. Odijelo za zaštitu od kemikalija a) tip 1a, b) tip 1b, c) tip 1c [19]

Kemijska zaštitna odijela tip 3 i tip 4

Tip 3 – Odijelo za zaštitu od tekućina u obliku mlaza (pod tlakom)

Tip 4 – Odijelo za zaštitu od tekućina u raspršenom obliku



a) tip 3

b) tip 4

Sl. 10. Odijelo za zaštitu od kemikalija u tekućem obliku tip 3 i tip 4

Svojstva materijala i klasa zaštite ovisi o tipu zaštitnog odijela, predviđeno je za ograničenu ili trajnu uporabu, a svi zahtjevi odijela definirani su normama.

Materijali koji se koriste za izradu kemijskih zaštitnih odijela tip 1, 2, 3 i 4 moraju zadovoljavati svojstva:

- otpornost na abraziju,
- otpornost na pucanje pri savijanju,
- otpornost na pucanje pri savijanju pri - 30 °C,
- otpornost na trganje,
- vlačna čvrstoća,
- otpornost na probijanje,
- otpornost na permeaciju/propuštanje za tekućine,
- otpornost na zapaljenje i
- otpornost na plamen.

Kod kemijskih zaštitnih odijela materijal mora zadovoljiti otpornost materijala na prodiranje 15 karakterističnih kemikalija (tekućina i plinova):

1. diklorometan,
2. metanol,
3. n- heptan,
4. toluen,
5. dietilamin,
6. natrijev hidroksid 40 %,
7. sumporna kiselina 96 %,
8. amonijak,
9. klor,
10. klorovodik,
11. aceton,
12. acetonitril,
13. etil acetat,
14. ugljikov disulfid i
15. tetrahidrofuran [18].

Ove kemikalije su izabrane kao predstavnici agresivnih kemikalija kako bi se osigurala zaštita od širokog spektra kemikalija.

Kemijsko zaštitno odijelo tip 5

Tip 5 –Odijelo za zaštitu od čvrstih čestica u zraku

Kod ove vrste kemijskog odijela svojstva materijala i klasa zaštite ovise o tipu zaštitnog odijela da li je predviđeno za ograničenu ili trajnu uporabu, a definirana su normom HRN EN 13982. Materijal koji se koristi za izradu kemijskih zaštitnih odijela moraju zadovoljiti svojstva:

- otpornosti na abraziju,
- otpornosti na trganje,
- vlačna čvrstoća,
- otpornost na probijanje,
- otpornost na zapaljenje.



Sl. 11. Odijelo za zaštitu od čvrstih kemijskih čestica u zraku

Kemijsko zaštitno odijelo tip 6

Tip 6 – Odjeća za ograničenu zaštitu od prskanja i aerosola

Kod ove vrste kemijskog zašitnog odijela svojstva materijala i klasa zaštite ovise o tipu zašitnog odijela da li je predviđeno za ograničenu ili trajnu uporabu, a definirana su normom HRN EN 13034.

Svi materijali koji se koriste za izradu kemijskih zašitnih odijela (tip 6) moraju zadovoljiti svojstva:

- otpornosti na abraziju,
- otpornosti na pucanje pri savijanju,
- otpornosti na trganje,
- vlačna čvrstoća,
- odbijanje tekućine,
- otpornost na penetraciju/propuštanje tekućine,
- otpornost na zapaljenje [18].



Sl. 12. Odijelo za zaštitu od prskanja i aerosola (tip 6)

Svi zahtjevi koji se odnose na materijale zaštitnog odijela moraju biti primjenjeni i na šavove, spojeve, zatvarače, cijelo zaštitno odijelo. Učinkovitost zaštite kemijskih zaštitnih odijela ovisi i o konstrukciji, materijalu, propisnom oblačenju prije intervencije, habanju na intervenciji, svlačenju nakon intervencije, čišćenju, održavanju i čuvanju [18].

2.4.2.1. Primjer kemijskog GTL plinonepropusnog odijela jednokratne uporabe, tip 1a

GTL kemijsko plinonepropusno odijelo jednokratne upotrebe posebno je napravljeno za zaštitu od otrovnih i nagrizaćućih plinova, tekućih i čvrstih kemikalija. GTL odijelo izrađuje se iz Chemprotex™ 400 materijala koji ima posebne karakteristike i proizveden je laminiranjem spužvastog polietilena sa zaštitnom vanjskom barijerom. Najnovije plinonepropusno odijelo lakše je od ostalih trenutno dostupnih odijela i time je olakšan rad korisnika. Jednodijelno odijelo potpuno zatvoreno i prekriva korisnika i dišni aparat. Neke osnovne karakteristike odijela su plinonepropusni patent zatvarač duljine 122 cm koji je postavljen s desne strane odijela. Vizir je izrađen od fleksibilnog laminiranog materijala koji se ne zamagljuje te daje čistu i neiskrivljenu sliku. Zavareni šavovi osiguravaju maksimalnu zaštitu. Na odijelo je zavarena kemijska zaštitna rukavica za spriječavanje prskanja kemikalija. Životni vijek zaštitnog odijela je 10 godina, a nakon toga odijelo se svake godine treba testirati. Plinonepropusna kemijska zaštitna odjeća testirana je na 15 kemikalija sukladno normi HRN EN 943 - 2:2002 [36].



Sl. 13. Kemijsko GTL plinonepropusno odijelo jednokratne uporabe, tip 1a [36]

2.4.3. Interventna zaštitna odjeća za vatrogasce

Interventna zaštitna odjeća (jakna i hlače) za vatrogasce ima više slojeva te svaki sloj je izrađen od drugog materijala, te može imati razne dodatke kao što su patentni zatvarači, vezice, refleksne trake, specijalne oznake itd. To je odjeća koja mora biti vidljiva te je opremljena trakama koje imaju retroreflektivna i fluorescentna svojstva te su pozicionirana na mjestima gdje će biti vidljiva npr. rubovi jakne ili hlača, rubovi rukava. Kao prvi zaštitni sloj često se koristi tkanina koja je po sirovinskom sastavu kombinacija Nomexa i nekog drugog aramidnog vlakna u omjeru 75% prema 25% kod vatrogasne odjeće.

Zaštitna odjeća za vatrogasce je višeslojna i izrađuje se od četiri osnovna sloja materijala sastavljena ujednu kombinaciju:

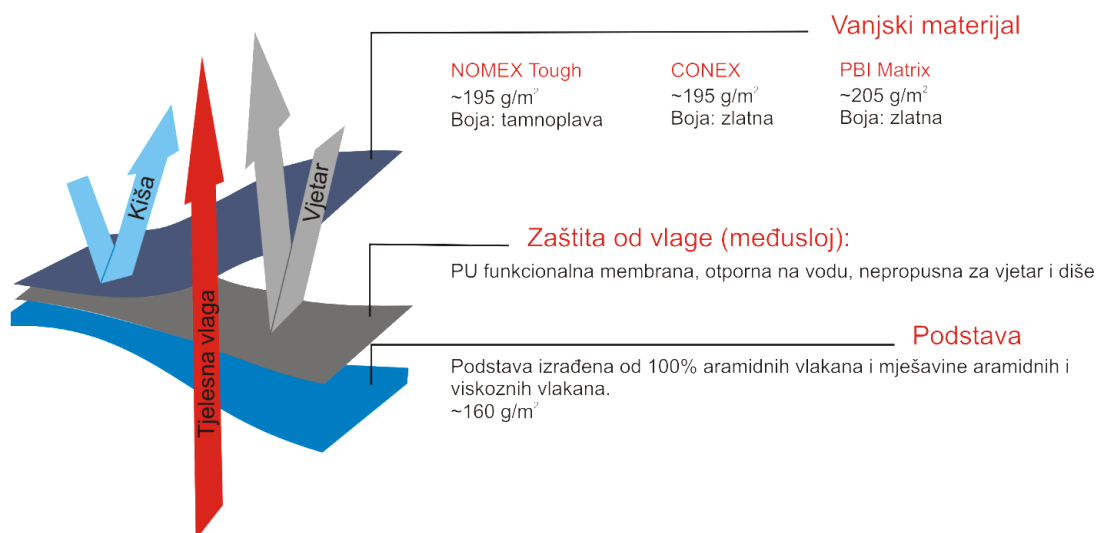
- vanjski materijal ("vanjska školjka") koji je vrlo čvrst, ima visoku otpornost na toplinu i plamen, otporan na mehaničke utjecaje, većinu otapala i kiselina, materijal ne smije goriti, topiti se niti raspadati nakon spaljivanja. Ovi materijali se ne smiju skupljati i raspadati kada se na njih djeluje otvorenim plamenom. Materijali za zaštitu od vlage moraju biti otporni na vodu, nepropusni za vjetar te moraju disati odnosno propustiti prolazak topline od tijela prema okolini. Najčešće upotrebljavani materijali za "vanjsku školjku", prikazani su u tab. 4. [37].

Tab. 5. Najčešće upotrebljavani materijali za izradu interventne vatrogasne odjeće [37]

	Red. br.	Vrsta materijala	Površinska masa [g/m ²]
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

- vodoonepropusna/zrakopropusna membrana ima svrhu smanjiti količinu vode koja bi iz okoliša mogla doprijeti u unutrašnjost odjevnog predmeta, spojena je s tkanom ili netkanom podlogom s kojom se postiže trajnost i čvrstoća, ali može biti spojena i s unutarnje strane vanjske školjke,
- toplinska međupodstava je materijal namjenjen da uspori prolaz topline izvana prema unutrašnjosti odjevnog predmeta,
- unutarnja postava pruža korisniku udobnost i dodatni zaštitni sloj [37].

Proizvođači odjeće upotrebljavaju različite vrste materijala za svaki od navedenih slojeva, sl. 15.



Sl. 14. Shematski prikaz slojeva zaštitne vatrogasne odjeće i najčešće upotrebljavani materijali [37]

Vatrogasna odjeća sastoji se od 3 ili 4 sloja, sa sljedećim funkcijama:

1. vanjska školjka daje mehaničku čvrstoću, vatrootpornost, odbojnost za vodu i većinu kemikalija. Uglavnom se izrađuje od inherentno vatrootporne tkanine težine 195 - 220 g/m². Neki komercijalni nazivi ovih tkanina su Nomex Δ T[®] i Nomex Titan[®] (aramidi), PBI Gold[®] (mješavina polibenzimidazol/para-aramid) i Kermel[®] (poliamid-imid).
2. Vodonepropusna/dišljiva membrana, štiti od prodora vode, razblaženih tekućih kemikalija, bakterija, virusa itd. Neki poznati komercijalni nazivi materijala su Gore-Tex[®], Crosstech[®], Sympa-Tex[®], Proline[®] i Stedair[®].
3. Toplinska izolacija je najčešće u obliku netkanogaramidnog filca.
4. Podstava koja se izrađuje od vatrootporne tkanine, težine preko 100 g/m² kao npr. 50/50 % mješavina Nomex/vatrootporna viskoza ili Kermel/vatrootporna viskoza, vatrootporni pamuk ili 100 % aramid.

Glavni dijelovi vatrogasne zaštitne jakne su prikazani na primjeru Bristolove zaštitne jakne (slika 16), a to su: ovratnik za zaštitu od plamena koji se na prednjoj strani zatvara negorivom čičak trakom (1), vertikalni džepovi (2), unutarnji sloj (3), drugi sloj (4), vanjski sloj (5), barijera protiv kapilarnog prodora vode (6), prednji preklop koji se pričvršćuje preko patent-zatvarača (7), zatvarač otporan na visoke temperature (8), reflektirajuće 3M trake oko tijela i rukava (9), dva džepa na prsnom dijelu (za radio uređaj) (10), rukavi koji imaju pleteni završetak od Nomex[®] vlakana (11) i dva bočna džepa s izdankom za lako otvaranje (12) [3].



Sl. 15. Vatrogasna jakna marke Bristol prema normi HRN EN 469 [38]



Sl. 16. Primjer kombinezona za šumske požare prema normi EN 15614 [39]

Kombinezon za šumske požare (sl. 16) ima visoki ovratnik sa zaštitnim preklopom na čičak, patent zatvarač sa zaštitnim preklopom na čičak, dodatno čičak zatvaranje, žuto - srebrno - žute reflektirajuće trake, zaštitni preklop na čičak, rebrastu elastičnu manžetu te veliki lako dostupni bočni džepovi.

2.4.4. Odjeća za zaštitu od nevremena i hladnoće

Odjeća za zaštitu od nevremena (loših vremenskih uvjeta kiše, snijega, vjetra i sl.) i hladnoće slična je svakodnevnoj odjeći koja čovjeku služi za istu svrhu. Namjena odjeće je da štiti tijelo od utjecaja vjetra, padalina i vlage, a koriste je radnici na gradilištima, cestama, u šumi, na brodovima itd. kada rade na otvorenom prostoru. Odjeća koja štiti od djelovanja velike hladnoće koristi se pri radu u hladnjačama, na otvorenom prostoru pri vrlo niskim temperaturama, kao i pri radovima s malo kretanja na otvorenom. Razina toplinske izolacije kod ove odjeće je viša od one koju pruža uobičajena zimska odjeća [3].

2.4.5. Tehnička zaštitna odjeća

Pod tehničkom zaštitnom odjećom spadaju:

- odjeća koja pruža mehaničku zaštitu (odjeća za zaštitu od zahvata gibajućim dijelovima, odjeća za zaštitu od presjecanja motornom ručnom lančanom pilom (za šumske radnike), odjeća za zaštitu od mlaza abraziva (za pjeskarenje, sačmarenje i sl.)
- upozoravajuća odjeća visoke uočljivosti

Odjeća koja pruža mehaničku zaštitu namjenjena je za nošenje u situacijama kad se rizikom od zahvata ne može efikasno upravljati putem fizičkog osiguranja gibajućih dijelova strojeva štitovima, poklopcima ili sl. Uporabom ove zaštitne odjeće minimiziraju se rizici od zahvata ili povlačenja radnika koji radi na ili u blizini opasnih gibajućih strojeva, dijelova strojeva ili naprava.

Zahtjevi koje mora ispunjavati odjeća koja pruža mehaničku zaštitu bazirana je na 3 funkcionalna principa:

- pokrivanje sve druge odjeće,
- relativno tijesno pristajenje uz tijelo i
- glatka vanjska površina odjeće.

Oblici ove odjeće mogu biti:

- jakna s "farmer" hlačama,
- jakna s kombinezonom bez rukava i
- kombinezon s rukavima.

Na ovoj odjeći ne smiju nigdje viriti slobodni krajevi, elementi za pričvršćivanje moraju biti skriveni, a šavovi usmjereni prema unutra. jakne i kombinezoni moraju imati prišivenu ili "rusku" kragu, ili biti bez kragne. Vanjski džepovi nisu dozvoljeni, kao ni nabori, a krajevi rukava se moraju tijesno zatvarati. Krajevi elastičnih naramenica hlača moraju visiti na unutarnju stranu, donji rub nogavice mora imati mogućnost tijesnog zatvaranja, a jakna dobro nalijegati uz hlače. Kod korištenja dvodjelonog odijela, oba dijela se moraju nositi skupa, a prilikom radnog pokreta ne smije se pojavljivati raspor između jakne i hlača.

Odjeću za zaštitu od presjecanja motornom ručno lančanom pilom koriste šumski radnici gdje se određene faze i radni postupci smatraju radom s povećanom opasnošću od ozljeda i zdravstvenih oštećenja. Najugroženiji dijelovi tijela su noge i ruke pa je te dijelove potrebno dodatno zaštititi.

Pri uporabi mlaza abreziva u industriji, radnik je izložen opasnostima vezanima s korištenim abrazivom (direktni mlaz i odbijene granule), kao i tvarima koje se stavljaju zbog otkidanja čestica obrađenog metala. Za zaštitu od ovih opasnosti koristi se prikladna zaštitna odjeća i rukavice, te odgovarajuća respiratorna zaštitna oprema [3].

Upozoravajuća odjeća visoke uočljivosti nezaobilazni je dio osobne zaštitne opreme aerodromskog osoblja na pistama i prometnicama, cestara, čistača ulica, kurira, prometne policije itd. Svrha nošenja ove odjeće je da svojom visokom uočljivošću upozori ostale sudionike u prometu na prisutnost njezinog korisnika. Cilj ove odjeće je uočljivost korisnika u opasnim situacijama pri svim svjetlosnim uvjetima danju, kao i pri osvjetljenju farovima vozila noću. Odjeća visoke uočljivosti je obavezni dio opreme osobnih vozila namjenjenih prijevozu u osobne svrhe [3].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu prikazan je zaštitni odjevni sustav za vatrogasce (sl. 17), te su opisane sve norme koje je potrebno provesti i primjeniti na zaštitnom odjevnom sustavu.



Sl.17. Zaštitni odjevni sustav za vatrogasce [40]

3.1. Vatrogasna kaciga prema normi HRN EN 433:2008 Kacige za gašenje požara u zgradama i drugimgrađevinama

Opći zahtjevi se odnose na unutrašnjost kacige koja mora biti podesiva, jer se time poboljšava udobnost pri uporabi kao i učinkovitost kacige. Ako je podešavanje moguće na više veličina glave, onda proizvođač mora priložiti odgovarajuće upute za uporabu. Na kacigi ne smije biti oštih rubova, grubih mjesta, niti dijelova koji strše, jer bi mogli ozlijediti korisnika. Na dijelovima koji su u dodiru s kožom ne smiju se upotrebljavati materijali koji nadražuju kožu ili su na neki drugi način štetni za zdravlje. Materijali moraju biti izdržljivi odnosno njihove karakteristike pri starenju ili u uvjetima upotrebe u kojima je kaciga obično izložena (utjecaj sunca, kiše, mraza, znoja itd.) ne smije se osjetno promijeniti [3].

3.1.1. Postupak ispitivanja vatrogasne kacige prema normi HRN EN 433:2008

Za ispitni uzorak uzimaju se kacige u stanju u kakvom se prodaju, uključujući priključke za učvršćivanje proborašto ga specificira proizvođač. Za ispitivanje potrebno je 10 kaciga za ispitne uzorke:

- 1 kaciga za ispitivanje apsorpcije udara (pri visokoj temperaturi),
- 1 kaciga za ispitivanje apsorpcije udara (pri niskoj temperaturi),
- 1 kaciga za ispitivanje apsorpcije udara (nakon namakanja u vodi),
- 1 kaciga za ispitivanje otpornosti na predmete s oštrim rubom (pri visokoj temperaturi),
- 1 kaciga za ispitivanje otpornosti na predmete s oštrim rubom (pri niskoj temperaturi),
- 1 kaciga za ispitivanje otpornosti na plamen,
- 1 kaciga za ispitivanje otpornosti na toplinsko zračenje,
- 1 kaciga za ispitivanje elektroizolacijskih svojstava,
- 1 kaciga za ispitivanje čvrstoće sustava za nošenje,
- 1 kaciga za ispitivanje mehaničke čvrstoće.

Za sva ostala ispitivanja uzimaju se dodatni uzorci kaciga.

Prije svakog ispitivanja potrebno je kacigu kondicionirati, kacigu je potrebno stabilizirati najmanje 72 h pri temperaturi 20 ± 2 °C i relativnoj vlažnosti zraka $65 \pm 5\%$.

Za ispitivanje UV-starenja koristi se 450 W ksenonska visokotlačna sijalica s kućištem od kvarcnog stakla. Kaciga se učvršćuje tako da je vertikalna os koja prolazi kroz tjeme kacige okomita na os sijalice, a razmak između tjemena i osi sijalice iznosi 150 ± 5 mm. Kaciga se izlaže zračenju tijekom 400 ± 4 h. Zatim se uklanja i ostavlja prilagođavanju uvjetima u laboratoriju.

Za ispitivanje toplinskog šoka kaciga se izlaže sljedećim uvjetima:

- a) 1 h na temperaturi od -10 ± 2 °C,
- b) 1h na temperaturi od $+ 60 \pm 2$ °C,
- c) 15 minuta kaciga se potapa u destiliranu vodu temperature 10 ± 2 °C,
- d) 1 h na temperaturi od $+ 60 \pm 2$ °C
- e) 20 do 24 h na temperaturi od 20 ± 2 °C i relativnoj vlažnosti zraka 65 ± 5 %.

Kod obrade s otapalima koristi se pamučna krpa veličine 150 x 150 mm, otapalo se nanosi na čitavu vanjsku površinu školjke kacige, površine trebaju biti navlažene otapalom $7,5 \pm 2$ s.

Kod ispitivanja namakanja u vodi kaciga se u cijelosti potapa u destiliranu vodu 20 ± 2 °C, od 4 do 24 h.

Kod ispitivanja pri niskoj temperaturi kaciga se izlaže temperaturi od 50 ± 2 °C, od 4 do 24 h [3].



Sl. 18. Vatrogasna kaciga Schuberth F220 premium[41]

Karakteristike vatrogasne kacige prema normi HRN EN 443:2008:

- vanjska kaciga: ima napredni duroplastični materijal sa specijalnim vlaknima, vrlo visoke toplinske otpornosti,
- oblik kacige: Tip A (kaciga ima produženi dio na zatiljku za dodatnu zaštitu)
- unutrašnja školjka izrađena je od PU pjene, otporna na visoke temperature,
- unutrašnji dio kacige je podesiv po visini, ima mrežicu za optimalnu udobnost zbog pravilnog rasporeda težine,
- prsten za pridržavanje i znojnik izrađeni iz ekološke kože,
- integrirani vizir izrađen iz specijalne toplinski visokootporne plastike, testiran prema HRN EN 14458:2004 Osobna oprema za oči - Viziri visoke učinkovitosti namijenjeni isključivo za zaštitne kacige,
- veličina je podesiva za opseg glave od 53 - 62 cm,
- pričvršćeni remen od Nomex® materijala koji omogućava pričvršćenje u 3 točke,
- težina kacige 1150 g,
- udovoljava zahtjevima za kontakt s tekućim kemikalijama (30% sulfatna kiselina, 10% natrij hidroksid, p-Ksilen, Butanol, n-Heptan);
- Električna izolacija E2/E3; klasificirana i za vrlo niske temperature (-40°C) [41].

3.2. Vatrogasne rukavice prema normi HRN EN 659:2008

Vatrogasne rukavice izrađuju se po normi HRN EN 659:2008 moraju vatrogasca zaštititi tijekom njegova rada u opasnim uvjetima, što uključuje normalno gašenje požara, pretraživanje i spašavanje [3]. Prema općim zahtjevima vatrogasne rukavice moraju udovoljiti gotovo svim zahtjevima norme HRN EN 420:2011 (Zaštitne rukavice - Opći zahtjevi i ispitne metode). To se odnosi na veličinu zaštitnih rukavica koja se određuje mjerenjem opsega stisnute šake i dužine ispružene šake, spretnost prstiju i hvatanje upućuju da rukavice trebaju omogućiti nesmetano obavljanje radnog zadatka uz dobar osjet i spretnost prstiju, označavanje i piktogrami su simboli koji upozoravaju na vrste rizika od kojih rukavice štite, upute za uporabu i održavanje koje se prilažu uz rukavice, osim osnovnih podataka i oznaka proizvoda daju se upute i za rukovanje, čišćenje, skladištenje/transport i posebna upozorenja koja se odnose na alergene [11].

Rukavice se testiraju i na mehaničku zaštitu prema normi HRN EN 388:2016 (Rukavice za zaštitu od mehaničkih rizika) pri čemu se traži zaštita od habanja, presijecanja, trganja i probijanja.

Toplinska zaštita za vatrogasne rukavice ispituje se prema normi koje tretiraju otpornost materijala i rukavica na toplinu i plamen. Prema normi HRN EN 407:2005 (Rukavice za zaštitu od toplinskih rizika (topline i/ili vatre), a norma traži najveću razinu otpornosti na gorenje, a po drugim prikladnim normama ispituje se razina zaštite od konvecionalne i radijacijske topline, otpornosti na kontaktnu toplinu, toplinske otpornosti materijalopodstave, te skupljanje pri 180 °C.

Za ispitivanje zaštite od prodora tekućih kemikalija materijal rukavica ne smije dozvoliti prodor 30% H₂SO₄, 40% NaOH, 36% HCl niti heptana nakon 10 s izlaganja.

Prije testiranja samih rukavica, uzorci moraju najmanje 24 h biti kondicionirani pri temperaturi od 20 ± 2 °C i relativnoj vlažnosti od 65 ± 5 % [4].



Sl. 19. Vatrogasna rukavica Flash Pro napravljena prema zahtjevima norme HRN EN 659:2008 [42]

Svojstva Flash Pro rukavica:

- dlanovi su izrađeni od materijala 60 % meta- aramidnih vlakana, 40% para- aramidnih vlakana,
- duplo tkanje sa silikonskim premazom površinske mase cca 520 g/m²
- nadlaktice i manžete izrađene od materijala 50% Nomexanti-static, 50% negorive viskoze cca 275 g/m²,
- eurotex®paropropusna - vodonepropusna membrana (PU membrana),
- od para - aramidnogmaterijala površinske mase cca 200 g/m²
- 3M refleksna traka našivena na stražnjoj strani manšeta [42].

Tab. 6. Tehnički podatci za vatrogasne rukavice Flash pro [43]

Test/svojstvo	Minimalni zahtjevi	Rezultati rukavica Flash Pro
Abrazija	min 3	3
Presijecanje	min 2	3
Otpornost na daljnje suženje	min 3	3
Otpornost na probijanje	min 3	3
Gorenje	4	4
Konvekcijska toplina	min 3 u 13 s	4 u 24 s
Toplina zračenja	min 22 s	27,9 s
Konvekcijska toplina, suho 250°C	min 10 s	25 s
Konvekcijska toplina, mokro 250°C	min 10 s	16 s
Svojstva toplinskog skupljanja	$\leq 5 \%$	postignuto
Faktor spretnosti prstiju	1	3
Prekidna čvrstoća šava	min 350 N	430 N
Skidanje rukavica u suhim uvjetima	≤ 1 s	1 s
Skidanje rukavica u mokrim uvjetima	≤ 3 s	2 s
Otpornost na prodor kemikalija	Nema prodora	

3.3. Vatrogasne čizme prema normi HRN EN 15090:2012 - Obuća za vatrogasce

Vatrogasna obuća upotrebljava se pri gašenju požara i drugih intervencija gdje se javljaju opasnosti od topline i plamena, mehaničkih ozljeda i opasnih tvari.

Norma definira 3 tipa obuće za vatrogasce i to:

- a) Tip 1 je pogodan za spašavanje na otvorenom prostoru (primjer Tip 1, HI₁), gašenje požara (primjer tip 1, HI₂), akcije gašenja požara na biljnim gorivima kao što su šume (primjer Tip 1, HI₃), plantaže, travnjaci ili polja farmi. Za ovaj tip obuće traži se zaštitna kapica od 200 J te neprobojan potplat (P). Izvodi se test čvrstoće zaštitne kapice koja se nalazi na gornjištu u predjelu prstiju čizme, silom od 500 ± 10 N, kod testiranja ispod kapice mora preostati svjetla visina od 12,5 do 15 mm ovisno o veličini cipele.
- b) Tip 2 se koristi za spašavanje iz požara (primjer Tip 2, HI₂), gašenje požara i spašavanje imovine u zgradama, zatvorenim građevinama (primjer Tip 2, HI₃), vozilima, plovilima ili sličnim objektima koji se nalaze u požaru. Za ovaj tip obuće traži se zaštitna kapica od 200 J i neprobojan potplat (P).
- c) Tip 3 koristi se kod nezgoda s opasnim tvarima, gdje je moguće ispuštanje opasnih kemikalija u okoliš, što može uzrokovati gubitak ljudskih života, ozljede osoba ili štete. Također se koristi za spašavanje iz požara, gašenje požara, spašavanje imovine. Ovaj tip obuće smije biti izrađen jedino od gume.

Toplinska izolacija obuće je definirana s 3 razine, a test toplinske otpornosti izvodi se u 2 dijela.

HI₁: Pješčana "kada" sa 150 °C

- nakon 30 minuta, temperatura unutar cipele mora biti < 42 °C

- nakon 30 minuta, cipela mora ostati funkcionalna

HI₂: Pješčana "kada" s 250 °C

- nakon 10 minuta, temperatura unutar cipele mora biti < 42 °C,

- nakon 10 minuta, cipela mora ostati funkcionalna.

HI₃: Pješčana "kada" s 250 °C

-nakon 10 minuta, temperatura unutar cipele mora biti < 42 °C,

-nakon 40 minuta, cipela mora ostati funkcionalna [4].



Sl. 20. Vatrogasne čizme JOLLY 9305/GA FIRE PROFI 2.0 [44]

Karakteristike vatrogasne čizme Jolly 9305/GA FIRE PROFI 2.0:

- izrađene i certificirane prema HRN EN 15090:2012
- gornjište je izrađeno iz goveđe kože, otporno je na prodor vode (hidrofobirana koža),
- gumena zaštita u području prstiju s materijalom visoke vidljivosti,
- sustav zaštite gležnja od udara,
- sustav pregibnih točaka za apsolutnu fleksibilnost od 360 °C, pregibne točke nalaze se sprijeda i straga za lakše hodanje,
- kožne ručke za obuvanje,
- sustav za brzo izuvanje,
- sustav za unutarnju cirkulaciju zraka
- elastična traka za unutarnju cirkulaciju zraka,
- elastična traka oko stopala sprječava klizanje pete prilikom hoda,
- dišljivost uz vodootpornost (GoreTex test od 300.000 do 500.000 pregiba),
- lagana aluminijska kapica izdrži udar od 200 J,
- antistatički potplat, otporan na ulja i naftne derivate, toplinski otporan 300 °C, protuklizni (SRC), samočisteći potplat, odlična apsorpcija udara u peti [44].

3.4. Vatrogasna odjeća za požare otvorenog prostora prema normi EN 15614:2008

Požari otvorenih prostora gase se uglavnom ljeti, pri visokim temperaturama. Ova zaštitna odjeća trebala bi biti laka, prozirna i fleksibilna, napravljena prema rizicima kojima vatrogasac može biti izložen. Ova odjeća ne pruža zaštitu od kemijskih, bioloških niti električnih opasnosti.

Osnovni zahtjevi za vatrogasnu odjeću za požare otvorenog prostora su:

- odjeća može biti u obliku kombinezona ili dvodijelnog odijela s potrebnim preklapanjem ili veći broj odjevnih predmeta koji se nose istodobno,
- odjeća ne smije ograničiti pokrete nositelja pri obavljanju rada,
- ovratnik mora ostati u podignutom stanju nakon zatvaranja,
- dno rukava i nogavica mora imati sustav zatvaranja koji jamči ispravno sučelje s obućom i rukavicama u svim radnim položajima, te ne smije imati vanjske rubove koji su okrenuti prema gore,
- kod jakni i hlača preklop mora biti najmanje 15 cm u svim radnim položajima,
- vanjski džepovimoraju imati poklopce koji se ne mogu ugurati u njih, najmanje 20 mm širi od otvora džepa,
- pomagalo ili dodatak osobne zaštitne opreme ne smije ostati nepokriveno na unutarnjoj strani.

3.4.1. Zahtjevi koji se postavljaju na materijale i na izradu

Poslije predtretmana koji se sastoji od pranja/čišćenja po broju vrsti kako ih predviđa proizvođač, poslije kondicioniranja na laboratorijske uvjete temperature i vlažnosti zraka obavlja se ispitivanje na:

- širenje plamena: prema normi EN ISO 15025 (Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Metoda ispitivanja ograničenog širenja plamena) postupak A i/ili postupak B. Ispituju se materijali, šavovi.
- prolaz topline zračenjem izvodi se prema normi EN ISO 6942 metoda B, s toplinskim tokom od 20 kW/m^2 , pri čemu se moraju postići najmanje $RHTI_{24} \geq 11 \text{ sek.}$ i $RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 4 \text{ sek.}$,
- toplinska otpornost materijala znači da svi materijali, uključujući refleksne trake, etikete, natpise, pribor, sustav zatvaranja moraju izdržati 5 minuta pri temperaturi od $180 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, to znači da se ne smiju zapaliti, rastopiti niti skupiti više od 5% te pribor nakon ovog testa mora funkcionirati,
- konac za šivanje ispituje se prema normi HRN EN ISO 3146 te ne smije se taliti na temperaturi manjoj od $260 \text{ }^\circ\text{C}$,

- čvrstoća vanjskog materijala mora biti ≥ 450 N, a vlačna čvrstoća glavnih šavova ≥ 225 , te čvrstoća na trganje ≥ 20 N,
- toplinski otpor materijala mora prema normi HRN EN 31092 biti $\leq 0,055$ m²K/W, otpor na prolaz vodene pare ≤ 10 m²Pa/W,
- dimenzijska promjena materijala ne smije biti veća od 3% u smjeru osnove i potke [3].

3.5. Testiranje gotovih odjevnih predmeta namjenjenih zaštiti od topline i plamena

Za optimizaciju zaštitnih odjevnih sustava potrebno je poznavanje svojstava tekstilnih materijala koji se nalaze na odjeći jer svaki novi dodani sloj tekstilnog materijala odjevnom sustavu mijenja svojstva zaštite, te se sa svakim novim dodanim slojem odjeće mora provesti ponovni test. Ispitivanje zapaljivih svojstava tekstilnih materijala mogu se provesti testiranjem svakog pojedinačnog sloja u laboratoriju, ali s tim ispitivanjima se ne dobivaju odgovarajuće informacije. Kod testiranja gotovih odjevnih predmeta namjenjenih zaštiti od topline i plamena upotrebljava se testiranje s požarnom lutkom s kojom je moguće simulirati eksploziju vatre. Naziv "lutka" je tehnički izraz za anatomske oblikovane modele u obliku čovjeka s kojim imamo mogućnost simulacije ili izmjeriti čovjekove funkcije. Pomoću lutki testiraju se različiti efekti nošenja odjeće i drugih predmeta zaštitne odjeće na ljudskome tijelu [37]. U našim prostorima najpoznatija požarna lutka (slika 22) je Žiga iz Inštituta Jožef Štefan iz Slovenije.



Sl. 21. Požarna lutka Žiga (Biomed, Slovenija) [46]

Požarna lutka u sebi ima 128 senzora temperature razmještenih po njezinoj površini. Sustav za simulaciju eksplozivne vatre ima 12 plinskih spremnika koji se nalaze uokolo lutkepomoću kojeg se postiže temperatura do 1000°C. Prije svakog testiranja treba se provesti umjeravanje gdje je gola lutka izložena djelovanju eksplozivne vatre 4 s i za svaki senzor temperature izračunava se toplinski tok. Plamenici su postavljeni na odgovarajući način tako da uvijek daju vrijednost toplinskog toka oko 80 kW/m². Podatci se prikupljaju u pomoću programskog rješenja Labview, a cijeli sustav kontrolira jedinica Mitsubishi ProgrammableLogicController (PLC). Prilikom svakog testiranja ventilira se prostor oko požarne lutke kako bi se napunio svježim zrakom. Poslije toga uključuje se sigurnosni plamenik kako bi se provjerilo paljenje i plinski sustav. Eksplozivna vatra postiže segorenjem glavnih plamenika od 2 do 10 s, ovisno o trajanju testiranja i odjevnog sustava koji se testira. Isključivanjem plamenika vatra se gasi i do završetka testa čeka se ostatak vremena do 120 s tada se uključuje ventilator za prozračivanje prostora [46].



Sl. 22. Prikaz senzora na tijelu požarne lutke [47]

Požarne lutke opremljene su temperaturnim sensorima pomoću kojih se mjeri temperatura po cijeloj površini lutke. Upotrebom toplinskog modela kože vrlo lako se iz izmjerene temperature mogu ocijeniti stupanj i lokacija opekline, te se prema tim informacijama mogu dovesti u vezu s faktorima kao što su masa tkanine, vrsta materijala, konstrukcija odjeće, kroj i pristajanje odjeće te utjecaj vanjske i unutarnje odjeće. Informacije prikupljene ovim testiranjem mogu se iskoristiti za analizu svojstava odjevnih predmeta pri izlaganju plamenu, u odnosu na dizajn i pristajanje odjeće, ponašanje pri skupljanju, kvalitetu šavova, požarno ponašanje komponenata kao što su sustav zatvaranja, reflektivne trake, itd. Pomoću računalnog programa mogu se predvidjeti stupanj, veličinu i mjesto opekline koja će nastati

na korisniku kada je izložen stvarnim uvjetima, te određuje mogućnost preživljavanja kao i brzinu reakcije na toplinu [37].

4. RASPRAVA

Zaštitni odjevni sustav za vatrogasce sastoji se od četiri komponente a to su vatrogasna kaciga, rukavice, čizme i vatrogasna odjeća za gašenje požara otvorenog prostora.

Norma za vatrogasne kacige (HRN EN 443:2008) daje nam opće zahtjeve koji se odnose na unutrašnjost kacige koja mora biti podesiva radi udobnosti pri uporabi te same učinkovitosti kacige. Jedan od zahtjeva je da kaciga ne smije imati oštre rubove, gruba mjesta, niti dijelove koji strše. Materijali koji dolaze u dodir s kožom ne smiju nadraživati kožu ili na neki drugi način štetiti zdravlju. Materijali moraju biti izdržljivi te njihove karakteristike pri starenju i uvjetima upotrebe u kojima je kaciga obično izložena (utjecaj sunca, kiše, mraza itd.) ne smije se osjetno promijeniti. Kod postupka ispitivanja vatrogasnih kaciga uzimaju se uzorci kaciga u stanju u kakvom se prodaju, uključujući priključke za učvršćivanje pribora. Za ispitivanje je potrebno 10 kaciga za ispitne uzorke ispitivanja apsorpcije udara (pri visokoj i niskoj temperaturi te namakanja u vodi), ispitivanje otpornosti na predmete s oštrim rubom, ispitivanje na plamen, ispitivanje na toplinsko zračenje, ispitivanje na elektroizolacijska svojstva, ispitivanje čvrstoće sustava za nošenje te ispitivanje mehaničkih svojstava. Prije svakog ispitivanja kaciga se treba kondicionirati.

Vatrogasne rukavice (HRN EN 659:2008) moraju vatrogasce zaštititi tijekom njegovog rada u opasnim uvjetima, kao što je gašenje požara, pretraživanje i spašavanje. Zbog toga vatrogasne rukavice moraju pokrivati široki raspon različitih opasnosti, te moraju pružiti odgovarajuću zaštitu i ispunjavati sve zahtjeve iz normi. Vatrogasne rukavice moraju ispuniti sve opće zahtjeve prema normi HRN EN 420, a odnosi se na veličinu zaštitnih rukavica, spretnost prstiju, označavanje i piktograme, upute za uporabu i održavanje. Rukavice se testiraju i na mehaničku zaštitu prema normi HRN EN 388 pri čemu se traži otpornost na habanje, presjecanje, trganje i probijanje. Toplinska zaštita za vatrogasne rukavice ispituje se prema normi HRN EN 407 kojom se traži najveća razina otpornosti na gorenje. Kod ispitivanja zaštite od prodora tekućih kemikalija materijal rukavica ne smije dozvoliti prodor 30% H₂SO₄, 40% NaOH, 36% HCl niti heptana nakon 10 s izlaganja. Prije samog testiranja rukavice se moraju kondicionirati 24 h pri temperaturi od 20 ± 2°C i relativnoj vlažnosti od 65 ± 5%.

Norma za vatrogasne čizme (HRN EN 15090:2015) definira 3 tipa obuće, tip 1 odnosi se za spašavanje na otvorenom prostoru (gašenje požara, akcije gašenja požara na biljnim gorivima

kao što su šume, plantaže, travnjaci itd.). Za ovaj tip obuće zaštitna kapica mora biti od 200 J i imati neprobojan potplat). Izvodi se test čvrstoće zaštitne kapice koja se nalazi na vrhu čizme, silom od 500 ± 10 N, kod testiranja ispod kapice mora preostati svjetla visina od 12,5 do 15 mm ovisno o veličini cipele. Tip 2 se koristi za spašavanje iz požara (gašenje požara i spašavanje imovine u zgradama, zatvorenim građevinama, vozilima, plovilima). Za ovaj tip obuće traži se zaštitna kapica od 200 J i neprobojan potplat. Tip 3 se koristi za spašavanje kod nezgoda s opasnim tvarima. Toplinska izolacija definirana je s 3 razine, a test toplinske otpornosti u 2 dijela. Kod toplinske izolacije (HI₁) koristi se pješčana "kada" sa 150°C te nakon 30 minuta temperatura unutar cipele mora biti manja od 42°C a nakon tih 30 minuta cipela mora ostati funkcionalna. Kod toplinske izolacije (HI₂) koristi se pješčana "kada" sa 250°C te nakon 10 minuta temperatura unutar cipele mora biti manja od 42°C a nakon tih 10 minuta cipela mora ostati funkcionalna. . Kod toplinske izolacije (HI₃) koristi se pješčana "kada" sa 250°C te nakon 10 minuta temperatura unutar cipele mora biti manja od 42°C a nakon 40 minuta cipela mora ostati funkcionalna.

Norma (HRN EN ISO 15614) za vatrogasnu odjeću za gašenje požara otvorenog prostora daje nam zahtjeve da zaštitna odjeća treba biti laka, prozirna i fleksibilna, odjeća ne smije ograničiti pokrete vatrogasca pri radu, ovratnik mora ostati u podignutom stanju nakon zatvaranja. Kod jakni i hlača preklop mora biti najmanje 15 cm u svim radnim položajima, vanjski džepovi moraju imati poklopce koje se nemogu ugurati u njih, te poklopac mora biti najmanje 20 mm širi od otvora džepa. Pomagalo ili dodatak osobne zaštitne opreme ne smije ostati nepokriven na unutarnjoj strani. Zahtjevi koji se odnose na materijale i izradu te razna ispitivanja koja se odnose na ispitivanje širenja plamena pomoću norme HRN EN ISO 15025 koja donosi dva postuka A i/ili postupak B, ispituju se materijali i šavovi. Prolaz topline zračenjem izvodi se prema normi HRN EN ISO 6942 pomoću metode B. Konac za šivanje ispituje se prema normi HRN EN 31246 gdje se konac ne smije taliti na temperaturi manjoj od 260°C. Čvrstoća vanjskog materijala mora biti veća ili jednaka 450 N, a vlačna čvrstoća glavnih šavova mora biti veća ili jednaka od 225 N, te čvrstoća na trganje mora biti veća ili jednaka 20 N, toplinski otpor materijala mora prema normi HRN EN 31092 biti manji ili jednak 0,055 m²K/W, otpor na prolaz vodene pare manji ili jednak 10 m²Pa/W, te dimenzijska promjena materijala ne smije biti veća od 3% u smjeru osnove i potke.

Kod testiranja gotovih odjevnih predmeta namjenjenih zaštiti od topline i plamena upotrebljavaju se testiranja s požarnom lutkom. Požarne lutke u sebi sadrže temperaturne senzore pomoću kojih se mjeri temperatura po cijeloj površini lutke. Upotrebom toplinskog

modela kože iz izmjerene temperature se mogu ocijeniti stupanj i lokacija opekline, te se prema tim informacijama mogu dovesti u vezu s faktorima kao što su masa tkanine, vrsta materijala, konstrukcija odjeće, kroj i pristajanje odjeće te utjecaj vanjske i unutarnje odjeće, itd. Lako se može predvidjeti stupanj, veličina i mjesto opekline koja nastaje u stvarnim uvjetima.

5. ZAKLJUČAK

Svrha osobne zaštitne opreme je omogućiti radnicima rad u okolišu u kojem oni bez zaštite koju pruža osobna zaštitna oprema ne bi mogli raditi. Upotreba osobne zaštitne opreme regulirana je kroz više zakonskih propisa. U Republici Hrvatskoj imamo tri glavna propisa o uporabi osobne zaštitne opreme. Norme su neobavezni dokumenti, a u slučaju osobne zaštitne opreme to znači ispunjavanje bitnih zahtjeva za zaštitu zdravlja i sigurnosti korisnika. Norme kod osobne zaštitne opreme sadrže niz laboratorijskih ispitivanja, gdje se utvrđuje da materijal koji je korišten u određenom predmetu osobne zaštitne opreme udovoljava minimalnim zahtjevima. Svrha normi je pružanje pomoći pri testiranju predmeta prema specifičnim zahtjevima. Od osobne zaštitne opreme se traži da pruži najveću razinu zaštite te da je uz nju moguć normalan rad. Testirana odjeća, obuća i oprema zadovoljava zahtjeve koje postavlja svaka pojedina norma time je sigurna za nošenje i osigurava zaštitu zdravlja i sigurnosti korisnika, te sprječava moguće smrtne opasnosti.

6. LITERATURA

- [1] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=63998>, pristupljeno: 18.06.2018.
- [2] https://www.veleri.hr/files/datotekep/nastavni_materijali/k_sigurnost_2/10._OsobnaZastitnaSredstvaOprema-ozo_za_vatrogasce.pdf, pristupljeno: 21.06.2018
- [3] Horvat J. i Regent A.: Osobna zaštitna oprema, Veleučilište u Rijeci, Rijeka 2009, ISBN 978-953-6911-43-1
- [4] JOIFF-ov standardni priručnik o osobnoj zaštitnoj opremi (OZO), Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2007.
- [5] Zakon o zaštiti na radu, dostupno na: <https://www.zakon.hr/z/167/Zakon-o-za%C5%A1titna-radu>, pristupljeno: 07.02.2019.
- [6] Uredba (EU) 2016/425 Europskog parlamenta i vijeća, dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0425&from=HR>, pristupljeno: 29.10.2018.
- [7] Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2006_04_39_958.html, pristupljeno: 21.06.2018.
- [8] Popis hrvatskih normi za osobnu zaštitnu opremu, dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_09_110_2825.html, pristupljeno: 29.10.2018.
- [9] Osobna zaštitna oprema za zaštitu organa za disanje, dostupno na: <http://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZS-di%C5%A1nih-organa-2018doc.pdf>, pristupljeno: 06.09.2018.
- [10] Osobna zaštitna oprema za zaštitu glave, vrata, očiju i lica, dostupno na: http://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Osobna_za%C5%A1titna_oprema_za_za%C5%A1titu_glave_vrata_o%C4%8Diju_i_lica.pdf, pristupljeno: 07.09.2018.
- [11] Osobna zaštitna oprema za zaštitu ruku, dostupno na: <http://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/OZO-ruke-1.pdf>, pristupljeno: 08.09.2018.
- [12] <http://www.guide.eu/en/info/EN/en388.html>, pristupljeno: 08.09.2018.
- [13] <http://www.zavarivanje.info/cd/3187/osobna-zastitna-sredstva-za-zastitu-ruku-zastitne-rukavice#RukaviceZaVatrogasce>, pristupljeno: 13.09.2018.
- [14] N. Pejnović, A. Bogadi-Šare -Osobna zaštitna sredstva za zaštitu ruku, Sigurnost 53,357-370 (2011)
- [15] <https://www.dvd-jastrebarsko.hr/content/view/400/73/>, pristupljeno: 13.09.2018.

- [16] <https://www.seiz.de/wissenswertes/normung/en-659>, pristupljeno: 13.09.2018.
- [17] HRN EN 943-1: 2015 Odjeća za zaštitu od opasnih čvrstih, tekućih i plinovitih kemikalija, uključujući i tekuće i čvrste aerosole -1. dio: Zahtjevi za tip 1 (plinonepropusnu) odjeću za zaštitu od kemikalija, Hrvatski zavod za norme
- [18] Zaštitna odjeća, dostupno na: <http://hzzsr.hr/wp-content/uploads/2016/11/Zaštitna-odjeća.pdf>, pristupljeno, 16.09.2018.
- [19] HRN EN 1073-1:2016 Odjeća za zaštitu od čvrstih čestica raspršenih u zraku uključujući radioaktivnu kontaminaciju -1. dio: Zahtjevi i metode ispitivanja za zaštitnu odjeću s cijevnim prozračivanjem stlačenim zrakom, koja štiti tijelo i dišne organe, Hrvatski zavod za norme
- [20] HRN EN 1073-2:2003 Odjeća za zaštitu od radioaktivne kontaminacije - 2. dio: Zahtjevi i ispitne metode za neprozračivu odjeću za zaštitu od kontaminacije radioaktivnim česticama, Hrvatski zavod za norme
- [21] HRN EN 1486:2007 Zaštitna odjeća za vatrogasce -Ispitne metode i zahtjevi za reflektirajuću odjeću za posebna gašenja požara, Hrvatski zavod za norme
- [22] HRN EN ISO 6942:2003 Zaštitna odjeća - Zaštita od topline i vatre - Metoda ispitivanja: Procjena jednoslojnih i višeslojnih materijala pri izlaganju izvoru toplinskog zračenja, Hrvatski zavod za norme
- [23] HRN EN ISO 9151:2016 Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Određivanje prolaza topline pri izlaganju plamenu, Hrvatski zavod za norme
- [24] HRN EN ISO 11612:2015 Zaštitna odjeća - Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Minimalni zahtjevi za izvedbu, Hrvatski zavod za norme
- [25] HRN EN ISO 12127-1:2016 Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Određivanje prolaza dodirne topline kroz odjeću ili sastavne materijale - 1. dio: Dodirna toplina proizvedena cilindrom koji se zagrijava, Hrvatski zavod za norme
- [26] HRN EN ISO 13688:2013 Zaštitna odjeća - Opći zahtjevi, Hrvatski zavod za norme
- [27] HRN EN ISO 14116:2015 Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Materijali, kombinacije materijala i odjeća ograničena širenja plamena, Hrvatski zavod za norme

- [28] HRN EN ISO 15025:2016 Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Metoda ispitivanja ograničenog širenja plamena, Hrvatski zavod za norme
- [29]http://www.vatrogasni-portal.com/articles.php?article_id=450, pristupljeno: 15.19.2018.
- [30] HRN EN 16471:2015 Vatrogasne kacige - Kacige za gašenje požara otvorenog prostora, Hrvatski zavod za norme
- [31]HRN EN 16473:2015Vatrogasne kacige - Kacige za tehničko spašavanje, Hrvatski zavod za norme
- [32]HRN EN ISO 20346:2014Osobna zaštitna oprema - Zaštitna obuća, Hrvatski zavod za norme
- [33]Popović, Knežević, Posavec, Župančić, Merćep, Blaha : Priručnik za osposobljavanjeHrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb 2010, ISBN 978-953-6385-23-2
- [34]Pejnović N.: Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela, Sigurnost 57, 2015, 229 – 242
- [35]<http://tehprojekt.com/sites/tehprojekt.com/files/crcollections/169/1024x768/tx441medium.jpg>, prikupljeno: 16.09.2018.
- [36] <http://tehprojekt.com/product/18/respirex-gtb/gtvb-trajno-plinonepropusno-odijelo-tip-1a>, prikupljeno: 05.09.2018.
- [37] A. Hursa i sur.:Vatrogasni odjevni sustavi za zaštitu od topline i plamena, Tekstil 62 (3-4) 160 -173 (2013)
- [38]<http://www.profesionalni-vatrogasci-zagreb.hr/oprema%20zastitna%20odijela.htm>pristupljeno: 20.09.2018.
- [39]<http://www.vatrogasci.hr/image/cache/catalog/VM%20webshop%20slike/Portwest/Kombinezon%20FR98/FR98-NY%20-%20Copy-800x800.jpg>, pristupljeno: 21.09.2018.
- [40] <http://www.vatrogasac.net/ponuda-kl-protektion/>, pristupljeno: 23.10.2018.
- [41] <http://tehprojekt.com/product/6/schubert-f220-premium-vatrogasna-kaciga>, pristupljeno: 19.09.2018.
- [42]<http://tehprojekt.com/product/20/flash-pro>, pristupljeno: 19.09.2018.
- [43] http://tehprojekt.com/sites/tehprojekt.com/files/crcollections/1/flash_pro_tehnickilist_en.pdf, pristupljeno: 19.09.2018.
- [44] <http://tehprojekt.com/product/5/jolly-9305/ga-fire-profi-2.0>, pristupljeno: 19.09.2018.
- [52]<https://www.google.com/search?q=po%C5%BEarna+lutka+%C5%BEiga&client=firefox>, pristupljeno; 12.01.2019.

[46] D. ZavecPavlinić, A. Hursa Šajatović, I. B. Mekjavić: Suvremeni koncept testiranja protupoarne zaštitne odjeće, Sigurnost 55 (2) 97 - 106 (2013)

[47] <https://www.google.com/search?q=senzori+kod+po%C5%BEarne+lutke&clien>, pristupljeno; 12.01.2019.