

Osobna zaštitna oprema namijenjena vatrogascima

Selma Imamagić^{1,*}, Stefan Antić², Bosiljka Šaravanja¹, Anica Hursa Šajatović¹

¹Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska

²Akademija strukovnih studija Južna Srbija, Leskovac, Srbija

*Dopisni autor: selma.imamagic@tff.unizg.hr

Prispjelo 28. rujna 2023.

UDK 687.157:614.843

Pregledni rad

Radno mjesto vatrogasca karakterizira izloženost nizu vanjskih utjecaja i opasnosti koje mogu ugroziti njegovo zdravlje i sigurnost. S obzirom da prilikom procjene rizika za spomenuto radno mjesto nije moguće utvrditi sve zahtjeve koji će se postaviti pred vatrogasca na intervenciji, nužna je primjena osobne zaštitne opreme kao jednog od elemenata zaštite vatrogasca. U radu je dan pregled osobne zaštitne opreme namijenjene vatrogascima na požarnim intervencijama. Prikazani su odjevni sustavi za zaštitu od topline i plamena, pripadajući standardi te zahtjevi zaštite koju isti trebaju ispuniti. Opisana je osobna zaštitna oprema koju vatrogasci koriste u svrhu zaštite tijekom intervencija. Uz maksimalnu razinu zaštite vatrogasca, primjenom osobne zaštitne opreme moraju se osigurati udobnost te normalno izvođenje radnih aktivnosti.

Ključne riječi: vatrogasac; osobna zaštitna oprema; požar; odjevni sustav za zaštitu od topline i plamena

Review

A firefighter's workplace is characterised by a number of external influences and hazards that can endanger their health and safety. Considering the fact that it is not possible in the risk assessment for the said workplace to determine all situations that firefighters may encounter on the fire interventions, it is necessary that firefighters use the personal protective equipment as part of the protective elements. This article provides an overview of the personal protective equipment used by firefighters during fire interventions. The clothing systems for protection against heat and flame are presented together with the relevant standards and the minimum performance requirements that they must fulfil. The personal protective equipment used by firefighters during firefighting operations is also described. In addition to maximising protection for firefighters, personal protective equipment must ensure comfort and the normal performance of work activities.

Key words: firefighter; personal protective equipment; fire; clothing system for protection against heat and flame.

1. Uvod

Prema Zakonu o Vatrogastvu, NN 125/19, čl. 1. vatrogasna djelatnost se definira kao stručna, neprofitabilna djelatnost s elementima humanitarnog rada koji su od velikog značaja za državu, a čiji su primarni ciljevi: sudjelovanje u provedbi preventivnih mjera zaštite od požara i eksplozija, gašenje požara, spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom i eksplozijom, pružanje tehničke pomoći u nezgodama i opasnim situacijama te obavljanje drugih poslova u različitim vidovima nesreća [1].

Posao vatrogasca kao i drugih interventnih službi (npr. specijalne policije, spašavatelja, osoblja hitne medicinske pomoći) kojima je zadatak zaštita i spašavanje, karakterizira izloženost različitim vidovima opasnosti po zdravlje i sigurnost. Dodatno, zbog uporabe novih vrsta kemikalija te materijala s različitim svojstvima i ponašanjem u procesu gorenja vrlo je teško predvidjeti i planirati sve moguće oblike intervencija, odnosno situacija s kojima se vatrogasci mogu suočiti [2].

Iz navedenog slijedi kako je uz odgovarajuću taktiku, vatrogasnu opremu, obučenosť i uvježbanosť vatrogasaca nužna primjena osobne zaštitne opreme (OZO) pri vatrogasnim intervencijama. U ovom radu dan je osvrt na osobnu zaštitnu opremu namijenjenu vatrogascima prilikom požarnih vatrogasnih intervencija kao i uvjeti koje ista treba ispuniti kako bi pružila odgovarajuću zaštitu te udobnosť prilikom nošenja.

2. Osobna zaštitna oprema namijenjena vatrogascima

Osobna zaštitna oprema (OZO, engl. PPE (Personal Protective Equipment)) predstavlja opremu projektiranu ili proizvedenu da je pojedinac nosi ili drži u svrhu zaštite od jedne ili više opasnosti za njegovo zdravlje ili sigurnosť [3]. U OZO se ubraja i svako pomagalo ili dodatak OZO koji služi postizanju istog cilja [4].

Osobna zaštitna oprema mora biti izrađena u skladu s odgovarajućim normama, Zakonom o zaštiti na radu, Pravilnikom o uporabi OZO te Pravilnikom o stavljanju na tržište OZO. Dodatno, kako bi se ista mogla prodavati i koristiti na tržištu Europske unije, ona mora biti izrađena prema europskim dokumentima inkorporiranim u zakonodavstvo svake zemlje članice EU: Uredbom (EU) 2016/425 Europskog parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2016. o osobnoj zaštitnoj opremi i o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 89/686/EEZ te Direktivom 89/656/EEZ o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtjevima

za uporabu osobne zaštitne opreme koju upotrebljavaju radnici.

Odabir potrebne osobne zaštitne opreme (OZO) kao i način te učestalosť njene uporabe određuje se na temelju procjene rizika na radome mjestu, učestalosti izloženosti riziku, uvjeta na mjestu rada te mogućnosti prilagodbe osobne zaštitne opreme specifičnosťima radnog mjesta, opreme i uvjeta u kojima radnik istu mora koristiti. Njenom primjenom mora se postići najveća moguća zaštita radnika uz uvjet da se osigura normalno odvijanje radnih aktivnosti te udobnosť pri nošenju [5].

Standardni operativni postupci kojima su razrađene sve potrebne radnje i djelovanja na vatrogasnim intervencijama, a u kojima sudjeluju vatrogasne snage definirani su u Pravilniku o standardnim operativnim postupcima, NN 44/22. U istima se kao minimalan zahtjev pod točkom 5. čl. 12. „Sigurnosť i mjere zaštite na intervenciji“ traži navođenje opisa izvora opasnosti s kojima se vatrogasci susreću na predmetnoj intervenciji, obveza i dužnosti svih sudionika vatrogasne intervencije u dijelu sigurnosti i zaštite od ozljeđivanja, minimalne zaštitne opreme vatrogasca za predmetnu vatrogasnu intervenciju te mjera sigurnosti i zaštita vatrogasaca od ozljeđivanja. Pritom, vatrogasne intervencije podijeljene su na požarne vatrogasne intervencije, tehničke vatrogasne intervencije, vatrogasne intervencije s opasnim tvarima te ostale vatrogasne intervencije i postupanja (primjerice intervencije uz povećanu opasnosť od zaraznih bolesti ili ionizirajućeg zračenja). U nastavku rada bit će opisani pojedini dijelovi osobne zaštitne opreme (OZO) namijenjene radu vatrogasaca prilikom požarnih vatrogasnih intervencija [6].

2.1. Odjeća za zaštitu od topline i plamena

Odjeća za zaštitu od topline i plamena primjenjuje se u situacijama kada osoba može biti izložena djelovanju topline kontaktno (kondukcijom), strujanjem (konvekcijom), zračenjem (radijacijom), iznenadnim kratkotrajnim ili duljim kontaktom s plamenom, prskanjem/polijevanjem rastaljenim ili užarenim materijalom te kombinacijom navedenih utjecaja [4, 7-8].

Općeniti zahtjevi za materijale i dizajn kao i način označavanja odjeće za zaštitu od topline i plamena definirani su u normi HRN EN ISO 14116:2015 *Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Materijali, kombinacije materijala i odjeća ograničena širenja plamena*. U istoj normi postavljeni su zahtjevi na svojstva toplinske otpornosti odjevnih predmeta za ograničeno širenje plamena u uvjetima u kojima nema značajne toplinske opasnosti pri kratkim kontaktima s malim izvorima paljenja [9].

Prema ovoj normi, tražena svojstva materijala izračunavaju se putem indeksa ograničenog širenja plamena na bazi rezultata ispitivanja prema HRN EN ISO 15025 (metoda A, površinsko paljenje) i to u tri razine:

- indeks 1 – materijali koji ne šire plamen niti stvaraju plamene krhotine, a imaju i ograničeno vrijeme naknadnog tinjanja (≤ 2 s)
- indeks 2 – materijali i kombinacije materijala koje ne šire niti stvaraju plamene krhotine, imaju ograničeno vrijeme naknadnog tinjanja (≤ 2 s) te ne stvaraju rupu dimenzija većih od 5 mm u svim smjerovima pri kontaktu s plamenom
- indeks 3 – materijali i kombinacije materijala koje ne šire plamen i ne stvaraju rupu pri kontaktu s plamenom niti stvaraju plamene krhotine, imaju ograničeno vrijeme naknadnog tinjanja (≤ 2 s) kao i ograničeno vrijeme naknadnog plamsanja (≤ 2 s) [10, 11].

Kada je rizik od širenja topline veći, tada odjeća za zaštitu od topline i plamena mora biti izrađena u skladu s normom HRN EN ISO 11612:2015 *Zaštitna odjeća - Odjeća za zaštitu od topline i plamena - Minimalni zahtjevi za izvedbu*. U njoj su uz zahtjev za ograničenim širenjem plamena (kodna oznaka A), definirani sljedeći zahtjevi zaštite:

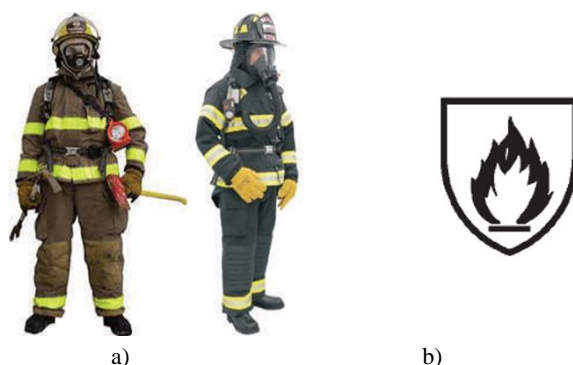
- otpornosti na širenje topline strujanjem – testiranje sukladno normi HRN EN ISO 9151, minimalni iznos indeksa prolaza topline HTI24 u rasponu 4-10 s; ocjena B1
- otpornost na širenje topline zračenjem – testiranje sukladno normi HRN EN ISO 6942, minimalni iznos indeksa radijacijskog prolaza topline RHTI24 u rasponu 7-20 s; ocjena C1
- otpornost na prskanje rastaljenim aluminijem – testiranje prema normi HRN EN ISO 9185 moraju biti ispunjeni zahtjevi za razinu D1 (100-200 g rastaljenog aluminija)
- otpornost na prskanje rastaljenim željezom – testiranje prema normi HRN EN ISO 9185, odjevni predmeti moraju zadovoljiti razinu E1 (60-120 g željeza)
- otpornost na širenje topline kontaktom – testiranje prema HRN EN ISO 12127-2, odjevni predmeti moraju zadovoljiti zahtjeve najmanje za razinu F1 (granično vrijeme kontakta: 5-10 s) [4].

Kako bi se odjevni predmeti mogli označiti sukladno ovoj normi moraju uz ispunjenje zahtjeva za oznaku A (ograničeno širenje plamena), ispuniti barem još jedan od gore navedenih zahtjeva (oznaka B-F).

Tekstilni materijali iz kojih su izgrađeni odjevni predmeti za zaštitu od topline i plamena moraju biti dobri toplinski izolatori, imati veliku otpornost na visoke temperature i gorenje pri kontaktu s plamenom, otpornost na taljenje i kapanje, visoku refleksiv-

nost na infracrveno zračenje te biti vodonepropusni [4, 7]. Najčešće su to vatrootporni tretirani materijali prirodnog podrijetla (npr. Proban®, Pyrovatex®, Indura®), inherentno vatrootporni materijali sintetskog podrijetla (npr. Nomex®, Kermel®, Kevlar®) ili pak kombinacija navedenih [12].

Odjevni predmet može biti izrađen kao jednodijelni (kombinezon) ili dvodijelni (jakna i hlače) uz uvjet da cjelokupni odjevni sustav u potpunosti prekriva tijelo, vrat, noge i ruke čovjeka (zaštitno odijelo, gamaše, kapuljača, nadčizme). Označavanje toplinske zaštitne odjeće izvodi se sukladno normi HRN EN ISO 13688:2013 *Zaštitna odjeća – opći zahtjevi*. Simbol za zaštitu od topline i plamena kao i primjer toplinske zaštitne odjeće dani su na sl.1.



Sl.1 Odjeća za zaštitu od topline i plamena: a) u sklopu odjavnog sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i RKB agensa [13], b) simbol prema HRN EN ISO 13688 [7]

2.2. Vatrogasna intervencijska odjeća

Vatrogasna intervencijska odjeća pripada osobnoj zaštitnoj opremi namijenjenoj vatrogascima prilikom obavljanja požarnih vatrogasnih intervencija. Iste se prema Pravilniku o standardnim operativnim postupcima, NN 44/22, čl. 4., dijele na sljedeće podgrupe:

- strukturni požari u/na prizemnim objektima i objektima prizemlje i kat
- strukturni požari u/na objektima visine do 22 m
- strukturni požari u/na visokim objektima višim od 22 m
- strukturni požari u/na industrijskim objektima
- požari u prometu
- požari na otvorenom prostoru ili požar otvorenog prostora [6].

Sukladno navedenoj podjeli slijedi i podjela vatrogasne intervencijske odjeće na:

- vatrogasnu odjeću za strukturne požare
- vatrogasnu odjeću za požare otvorenog prostora (šumski požari) i
- reflektirajuću odjeću za posebna gašenja požara.

Za sve tri osnovne podgrupe označavanje se izvodi sukladno normi HRN EN ISO 13688. Pripadajući piktogram za ove odjevne predmete dan je na sl.2.



Sl.2 Piktogram vatrogasne intervencijske odjeće prema normi HRN EN ISO 13688 [7]

2.2.1. Vatrogasna odjeća za strukturne požare

Strukturni požari su požari koji se javljaju unutar stambenih, poslovnih, industrijskih te javnih građevina. Radi se o požarima zatvorenog prostora koji uz potrebe gašenja, često zahtijevaju od vatrogasaca i akcije spašavanje osoba te očuvanje strukturnih komponenti. S tim u vezi razvijena je vatrogasna odjeća za strukturne požare koja štiti vatrogasce prilikom obavljanja navedenih aktivnosti, a čiji su zahtjevi zaštite opisani u normi HRN EN 469:2020 *Zaštitna odjeća za vatrogasce - Zahtjevi za svojstva zaštitne odjeće za vatrogasne intervencije*.

S obzirom na rizik koji se javlja prilikom gašenja strukturnih požara, norma definira dvije razine zaštite:

- razinu 1 (niža zaštita, gašenje požara izvan građevine)
- razinu 2 (viša zaštita, gašenje požara unutar građevine).



Sl.3 Dvodijelno vatrogasno odijelo (jakna i hlače) za gašenje strukturnih požara tvrtke MSA [14]

Na sl.3 prikazano je dvodijelno odijelo (jakna i hlače) tvrtke MSA namijenjene zaštiti tijela vatrogasca prilikom gašenja strukturnih požara. S obzirom da se sastoji od dva dijela, između istih mora postojati dovoljan preklop u svim radnim položajima (najčešće 30 cm) [4]. Odijela se u pravilu sastoje od tri ili četiri sloja koja čine:

- vanjska školjka: vatrootporne tkanine komercijalnih naziva Nomex®Tough, Titan 1220, Titan 1250 izgrađenih od mješavine aramidnih (Nomex®, Kevlar®) te ugljikovih (P140) vlakana
- „dišljiva“ membrana koja sprječava prodor vode kroz tkaninu, ali osigurava prolaz vodene pare i topline: Gore-Tex®Fireblocker (fluorna vlakna), Gore-Tex®Flameline (laminat fluornih vlakana te tkanine izgrađene od aramidnih te viskoznih vlakana smanjenje gorivosti (FR-tip vlakna)
- sloj toplinske izolacije: Eco-Drycool ili Eco-Dryactive, tanka jednoslojna ili dvoslojna tkanina izgrađena od m-aramida (Nomex®), vune i viskoze smanjene gorivosti (Lenzing™ FR) koji osigurava odvođenje vlage u obliku znoja s tijela u vanjske slojeve odjevnog predmeta [15, 16].

Neki od osnovnih zahtjeva zaštite koju ovi odjevni predmeti moraju ispuniti dani su u tab.1.

Označavanje ove zaštitne odjeće izvodi se prema normi HRN EN ISO 13688 uz navođenje broja i naziva norme, piktograma te razine postignutih performansi (X1/X2; Y1/Y2 te Z1/Z2).

2.2.2. Vatrogasna odjeća za požare otvorenog prostora (šumski požari)

Požari otvorenog prostora, odnosno šumski požari su veći požari (zahvaćaju područje od minimalno jednog hektara) koji s obzirom na zahvaćenu površinu raslinja i brzinu širenja neposredno ugrožavaju osobe i imovinu većeg opsega ili mogu nanijeti znatne materijalne štete [18, 19]. Obuhvaćaju nekontrolirano gorenje šuma, usjeva, plantaža, travnjaka i druge divlje vegetacije te poljoprivrednih kultura. Rizik od nastanka požara na otvorenom ovisi o mnogim čimbenicima: klimatskim uvjetima, vegetaciji, praksi upravljanja šumama i drugim društveno – ekonomskim čimbenicima [20].

Zaštitna odjeća namijenjena vatrogascima prilikom gašenja ovakve vrste požara definirana je normom HRN EN ISO 15384:2020 *Zaštitna odjeća za vatrogasce - Laboratorijske metode ispitivanja i zahtjevi za svojstva vatrogasne odjeće za gašenje požara na otvorenom prostoru*. S obzirom da se ovakvi požari najčešće pojavljuju ljeti uslijed dugotrajnih sušnih razdoblja s visokim temperaturama zraka, nužno je da zaštitna odjeća bude lagana, prozračna i fleksibilna kako se tijelo vatrogasca ne bi dovelo u stanje toplinskog stresa.

Tab.1 Neki od osnovnih zahtjeva postavljenih na materijale i izradu zaštitne odjeće za strukturne požare [4, 17]

Svojstvo	Razina 1	Razina 2	Norma
ograničeno širenje plamena	indeks 3		HRN EN ISO 14116 ispitivanje prema HRN EN ISO 15025, postupak A
prolaz topline kontaktom	/	vrijeme prolaza: 10 s	HRN EN ISO 12127-1
prolaz topline plamenom	$X1 = \begin{cases} HTI_{24} \geq 9,0 \text{ s} \\ HTI_{24} - HTI_{12} \geq 3,0 \text{ s} \end{cases}$	$X2 = \begin{cases} HTI_{24} \geq 13,0 \text{ s} \\ HTI_{24} - HTI_{12} \geq 4,0 \text{ s} \end{cases}$	HRN EN ISO 9151, toplinski tok: 80 kW/m ²
prolaz topline zračenjem	$X1 = \begin{cases} RHTI_{24} \geq 10,0 \text{ s} \\ RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 3,0 \text{ s} \end{cases}$	$X2 = \begin{cases} RHTI_{24} \geq 18,0 \text{ s} \\ RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 4,0 \text{ s} \end{cases}$	HRN EN ISO 6942, toplinski tok: 40 kW/m ²
otpornost na prodor vode	Y1 < 20 kPa, za odjeću bez vodene prepreke	Y2 ≥ 20 kPa za odjeću s vodnom preprekom	HRN EN ISO 811, uz brzinu porasta tlaka od (0.98 ± 0.05) kPa/min
otpornost na prolaz vodene pare	Z1 > 30 m ² Pa/W	Z2 ≤ 30 m ² Pa/W	HRN EN ISO 11092
Ostali zahtjevi odnose se na: mehanička svojstva materijala i šavova, toplinsku otpornost materijala, otpornost na prodor tekućih kemikalija, uočljivost, ergonomske osobine i opcijiska ispitivanja			

Zbog navedenog se odjevni predmeti najčešće izrađuju od jednoslojne vatrootporne tkanine primjerice kombinezon na sl.4 izrađen od tkanine Nomex® Comfort (93% m-aramid, 5% p-aramid te 2% antistatičko vlakno) [4, 21].

Ovaj tip zaštitne odjeće kao i odjeća za zaštitu od strukturnih požara, također može biti u obliku kombinezona ili dvodijelan pri čemu mora u potpunosti pokrivati ljudsko tijelo i ne smije ograničavati izvođenje pokreta prilikom rada. Označavanje se izvodi sukladno normi HRN EN ISO 13688 uz navođenje broja i naziva norme, piktograma te razine postignutih performansi (A1, A2 ili obje razine) [4]. Osnovni zahtjevi koje materijali moraju ispuniti nalaze se u tab.2.



Sl.4 Kombinezon za gašenje požara otvorenog prostora tvrtke Hemco d.o.o. [21]

Tab.2 Neki od osnovnih zahtjeva postavljenih na materijale i izradu zaštitne odjeće za požare otvorenog prostora [4, 22]

Svojstvo	Zahtjev	Norma
prolaz topline zračenjem	$RHTI_{24} \geq 11,0 \text{ s}$ $RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 4,0 \text{ s}$	HRN EN ISO 6942, toplinski tok: 20 kW/m ² , metoda B
otpornost na trganje	≥ 25 N	HRN EN ISO 4674 – 1 (metoda B) ili HRN EN ISO 13937 – 2
čvrstoća vanjskog materijala	≥ 600 N	HRN EN ISO 13934 - 1
dimenzijska stabilnost	≤ 3%	/
toplinska otpornost	svi materijali, uključujući refleksne trake, etikete, natpise, pribor, sustav zatvaranja i drugi moraju izdržati 5 minuta pri temperaturi od (180 ± 5) °C, što implicira da se ne smiju zapaliti, rastopiti niti skupiti za više od 5 %, a pribor odijela mora nakon ovog testa funkcionirati	
uočljivost	retrorefleksni/ fluorescentni/ kombinirani materijali moraju udovoljavati zahtjevima norme HRN EN ISO 20471	

2.2.3. Reflektirajuća odjeća za posebno gašenje požara

Posebno gašenje požara obuhvaća vatrogasne intervencije pri kojima je zastupljena vrlo visoka razina radijacijske, konvekcijske i kontaktne topline, primjerice kod požara velikih količina zapaljivih plinova ili tekućina [4].

Ovakav tip zaštitne odjeće svoju zaštitnu funkciju temelji na sposobnosti vanjskog materijala da reflektira toplinu zračenja (za razliku od prethodno navedenih). Ipak potrebno je napomenuti da je uporaba ovih odjevnih predmeta ograničena na kratak period primjene (najčešće 10 s) unutar kojeg vatrogasac ulazi u visokorizične situacije gašenja i spašavanja.

Norma HRN EN 1486:2007 *Zaštitna odjeća za vatrogasce - Ispitne metode i zahtjevi za reflektirajuću odjeću za posebna gašenja požara* definira zahtjeve za zaštitu cijelog tijela, uključujući glavu, šake i stopala, a zaštitni komplet se sastoji od jednog ili više odjevnih predmeta, kapuljače koja može biti integrirana s odjećom, rukavicama i navlačnih čizmi.

Ispitivanja odjevnog predmeta s kapuljačom, rukavica i navlačnih čizmi izvode se nakon provedene obrade, a obuhvaćaju ispitivanja toplinskih i mehaničkih svojstava. Minimalni zahtjevi postavljeni na toplinska svojstva reflektirajuće odjeće za posebno gašenje požara prikazani su u tab.3.

Označavanje reflektirajuće odjeće za posebno gašenje požara izvodi se sukladno normi HRN EN 340 (novija verzija: HRN EN ISO 13688) uz navođenje piktograma s brojem i nazivom ove norme (HRN EN 1486:2007).

Primjer ovakvog odjevnog sustava sačinjenog od odjevnog predmeta s kapuljačom i viziorom, rukavicama i navlačnih čizmi koji su spojeni s odjevnim predmetom dan je na sl.5. Odjevni sustav izgrađen je od tri sloja:

- vanjskog sloja: staklena vlakna s aluminijskim nanosom



Sl.5 Reflektirajuće odijelo za posebna gašenja požara tvrtke IST [24]

- sloja toplinske izolacije: 100% netkani tekstil (aramidno vlakno Kermel®)
- unutarnjeg sloja: 65% umjetnog celuloznog vlakna smanjene gorivosti Lenzing™ FR, 22% aramidno vlakno, 12% poliamid, 1% bikomponentno vlakno Belltron® (PES/PA vlakno matrica, ugljikovo vlakno omotač) [24, 25].

2.3. Vatrogasne rukavice

Prema godišnjim analizama ozljeda na radu Hrvatskog zavoda za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu u posljednjih pet godina najveći broj ozljeda na radu, u prosjeku 38 % čine ozljede gornjih ekstremiteta, od čega 26 % čine ozljede šake i ručnih zglobova [26]. Navedeni podaci ukazuju na važnost primjene osobne zaštitne opreme za ruke na radu, a u svrhu zaštite od opasnosti i štetnosti koje mogu uzrokovati ozljedu ruku.

Tab.3 Zahtjevi postavljeni na toplinska svojstva reflektirajuće odjeće za posebno gašenje požara [4, 23]

Toplinsko svojstvo	Zahtjev	Norma
ograničeno širenje plamena	indeks 3	HRN EN ISO 14116, ispitivanje prema HRN EN ISO 15025, postupak A (ispituju se svi materijali i šavovi)
prolaz topline zračenjem	$RHT_{24} \geq 120$ s	HRN EN ISO 6942, toplinski tok: 40 kW/m ²
prolaz topline pri izlaganju plamenu	$HTI_{24} \geq 21$ s	HRN EN 367 (nova verzija: HRN EN ISO 9151)
prolaz dodirne topline kroz odjeću	vrijeme prijenosa ≥ 15 s	HRN EN 702 (nova verzija: HRN EN ISO 12127-1), temperatura 300 °C
toplinska otpornost materijala	svi materijali (uključujući vizir i sustav zatvaranja) moraju izdržati 5 minuta pri temperaturi 255 ± 10 °C da se pri tome ne zapale, rastope niti skupe za više od 5 %	ISO 17493

Rukavice za vatrogasce izrađuju se prema normi HRN EN 659:2003 *Zaštitne rukavice za vatrogasce* te su namijenjene zaštiti šaka vatrogasca prilikom obavljanja normalnog gašenja požara, pretraživanja i spašavanja [27]. Iako pružaju izvjesnu zaštitu i pri slučajnom kontaktu s kemikalijama, nisu namijenjene za namjerno rukovanje tekućim kemikalijama [4].

Općeniti zahtjevi koje ove rukavice moraju ispuniti poput dizajna i izrade rukavica, otpornosti materijala na prodor vode, definiranja veličina rukavica (lista veličina), označavanja, uputa za uporabu i drugih moraju biti u skladu s normom HRN EN 420:2004 *Zaštitne rukavice – Opći zahtjevi i ispitne metode* (najnovija verzija: HRN EN ISO 21420:2020). Pritom, piktogram s navedenom normom iznad istoga odgovara piktogramu vatrogasne intervencijske odjeće prikazanom na sl.2.

Osim općenitih zahtjeva, rukavice za vatrogasce moraju pružiti i mehaničku te toplinsku zaštitu, spretnost, zaštitu od prodora vode te zaštitu od tekućih kemikalija (tab.4).

Zaštitne rukavice za vatrogasce se, slično zaštitnoj odjeći, najčešće izrađuju od tri sloja:

- vanjskog sloja najčešće izrađenog od tkanog ili pletenog vatrootpornog materijala, sl.6a (Kevlar® i Nomex®) ili pak kože čija se otpornost na toplinu može povećati prilikom tehnološkog postupka štavljenja, sl.6b
- vodonepropusne / zrakopropusne membrane (Gore-Tex Crosstech® ili Pyrotect® membrana)



Sl.6 Rukavice za vatrogasce: a) rukavice od tekstilnih materijala tvrtke Hemco d.o.o. [21], b) kožne rukavice TechNote [29]

- termalne barijere koja sprječava zagrijavanje ruke (npr. kombinacija Kevlar® / Nomex®) [29, 30].

2.4. Vatrogasna obuća

Prema članku 8. Pravilnika o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasne intervencije, NN 31/11, obuća za vatrogasce se koristi u intervencijama gašenja požara i drugim intervencijama u kojima se javljaju opasnosti od topline i plamena, opasnih tvari te mehaničkih ozljeda [31]. Tipovi obuće namijenjeni vatrogascima kao i zahtjevi zaštite koju moraju ispuniti definirani su u normi HRN EN ISO 15090:2012 *Obuća za vatrogasce*.

Tab.4 Zahtjevi postavljeni na svojstva vatrogasnih rukavica [4, 27, 28]

Svojstvo	Minimalna razina zaštite	Norma
abrazija	razina 3 (2000 ciklusa)	HRN EN 388
presijecanje	razina 2 (indeks 2,5)	HRN EN 388
otpornost - trganje	razina 3 (50N)	HRN EN 388
otpornost - probijanje	razina 3 (100N)	HRN EN 388
gorenje	razina 4	HRN EN 407
kontaktna toplina	razina 2 ($t_t \geq 10$ s uz $T = 250$ °C, promjer = 80 mm)	HRN EN 702 (nova verzija: HRN EN ISO 12127 – 1)
konvekcijska toplina	razina 3 ($HTI_{24} \geq 13$)	HRN EN 367 (nova verzija: HRN EN ISO 9151)
toplina zračenja	≥ 20 s	HRN EN ISO 6942
toplinska otpornost podstave	$T = 180$ °C bez topljenja, zapaljenja te skupljanja	ISO 17493
veličina, spretnost	> 1	HRN EN 420 (nova verzija: HRN EN ISO 21420)
prekidna čvrstoća šava	> 350 N	EN ISO 13935 – 2
vrijeme skidanja	< 3 s	ISO 15383
otpornost na prodor vode (opcijski)	razina 1 (30 min) razina 2 (60 min) razina 3 (120 min)	HRN EN ISO 20344 (koža) HRN EN 20811 (tekstil) (novija verzija: HRN EN ISO 811)
integritet cijele rukavice	bez propuštanja	ISO 15383
otpornost na prodor kemikalija	bez prodora 30 % H_2SO_4 , 40 % NaOH, 36 % HCl te heptana nakon 10 sekundi izlaganja	HRN EN 368 (novija verzija: HRN EN ISO 6530)

Norma razlikuje tri tipa obuće:

- Tip 1: Namijenjen akcijama spašavanja općeg tipa kao i borbu protiv požara na otvorenom.
- Tip 2: Koristi se prilikom akcija spašavanje iz požara, gašenje požara i spašavanje imovine u građevinama, vozilima, plovilima ili na sličnim objektima koji se nalaze u požaru ili drugačijoj nezgodi, bez zaštite od kemikalija.
- Tip 3: Pogodne za uporabu pri posebnim rizicima, primjerice intervencije gdje su prisutne opasne tvari (ispuštanje opasnih kemikalija u okoliš i slično) kao i za sve druge vrste požarnih intervencija. Ova obuća smije biti izrađena jedino od gume [4, 32].

Svi materijali gornjišta moraju udovoljavati zahtjevima glede čvrstoće na trganje, prolaska topline zračenjem, otpornosti na plamen, otpornosti na prodor i apsorpciju vode kao i svojstvima antistatičnosti te toplinske izolacije na visokim i niskim temperaturama. Zahtjevi su definirani u normama HRN EN ISO 20345:2012 *Osobna zaštitna oprema - Sigurnosna obuća* (revidirana 2022.) te HRN EN ISO 20344:2012 *Osobna zaštitna oprema - Ispitne metode za obuću* (revidirana 2021.). Također su normom HRN EN ISO 20345 određeni osnovni i dodatni uvjeti za sigurnosnu obuću što uključuje toplinski i mehanički rizik, otpornost na proklizavanje te ergonomsko ponašanje [32]

Primjer definiranja toplinske izolacije s tri različite razine toplinske otpornosti prikazan je u tab.5.

Za izradu vatrogasne obuće prihvatljivi su svi oblici obuće (B-E) definirani u normi HRN EN ISO 20346:2007 *Osobna zaštitna oprema - Zaštitna obuća* (revidirana 2014. i 2022.) osim oblika A (niska cipela) [4]. Svaki komad obuće za vatrogasce mora se jasno i trajno označiti utiskivanjem žiga s oznakom veličine, identifikacijskom oznakom proizvođača, proizvođačkom oznakom tipa, godinom i kvartalom proizvodnje, brojem i godinom izdanja norme HRN EN ISO 15090, dodatnim simbolima za označavanje osobina kao i piktogramom vatrogasca veličine 30 x 30 mm (sl.2) na vidljivoj vanjskoj površini s jednim od simbola za označavanje vatrogasnih čizmi sukladno njihovim osobinama [4].

S obzirom na materijal od kojeg je izrađena, vatrogasna obuća se dijeli u dva razreda:



Sl.7 Vatrogasne čizme: a) kožne čizme tvrtke Vökl [33], b) gumene čizme tvrtke Harvik Rubber Industries Sdn Bhd [34]

- kod 1: obuća od kože ili drugih materijala s izuzetkom pune gume ili obuće od polimera (sl.7a)
- kod 2: obuća od pune gume ili cipele potpuno od polimera (sl.7b) [32].

Vatrogasne čizme prikazane na sl. 7 izgrađene su od kožnog ili gumenog vodonepropusnog gornjišta s visokom toplinskom otpornošću te smanjenom gorivošću; osnovni materijal u prvom slučaju tvrtke Sympatex (Moisture-Tech® membrana) kojim se osiguravaju povoljni mikroklimatski uvjeti, odnosno pamučna tkanina kod drugih čizama; gumeni potplat otporan na ulje i goriva, smanjene gorivosti te odličnih mehaničkih svojstava u kojem je u oba slučaja ugrađena čelična tabanica za zaštitu od oštih predmeta te udaraca [33, 34].

2.5. Vatrogasne kacige

Vatrogasne kacige dio su osobne zaštitne opreme vatrogasca koje štite glavu vatrogasca od padajućih predmeta te udara o predmete prilikom izvođenja aktivnosti na radu. Iz navedenog slijedi kako je glavna funkcija vatrogasne kacige apsorpcija udarnih sila koje djeluju u smjeru glave vatrogasca i njihovo raspršivanje. [35]

U ovisnosti o vrsti požarne intervencije, odnosno aktivnostima vatrogasaca na intervencijama, razlikuje se namjena vatrogasnih kaciga te s tim u vezi zahtjevi zaštite koje iste trebaju ispuniti. Svi zahtjevi definirani su u sljedećim normama:

- HRN EN 443:2008 *Kacige za gašenje požara u zgradama i drugim građevinama*

Tab.5 Primjer definiranja toplinske izolacije s tri različite razine toplinske otpornosti [4]

razina svojstva	HI ₁	HI ₂	HI ₃
temperatura pješčane kade	150	250	250
unutarnja temperatura obuće	nakon 30 min unutar cipele mora biti < 42 °C	nakon 10 min unutar cipele mora biti < 42 °C	nakon 10 min unutar cipele mora biti < 42 °C
tip obuće	dozvoljena za Tip 1	najniža razina za Tip 2 i Tip 3	/



Sl.8 Vatrogasne kacige: a) za strukturne požare, tvrtke MSA [14], b) za gašenje požara otvorenog prostora i tehničko spašavanje tvrtke PAB Akrapović d.o.o. [36]

- HRN EN 16471:2015 *Vatrogasne kacige - Kacige za gašenje požara otvorenog prostora*
- HRN EN 16473:2014 *Vatrogasne kacige - Kacige za tehničko spašavanje.*

Uz zaštitu od mehaničkih opasnosti, vatrogasne kacige moraju pružiti toplinsku i električnu zaštitu vatrogascu osiguravajući pritom estetsku komponentu [4]. S tim u vezi postavljaju se zahtjevi vezani za zaštitno područje, apsorpciju udara, otpornost na predmete s oštrim rubovima, mehaničku čvrstoću, otpornost na plamen, toplinsko zračenje te elektroizolacijske karakteristike kacige [4]. Materijali kojima se postižu spomenuta svojstva su sintetski polimerni materijali (plastomeri / duromeri) koji grade školjku zaštitne kacige.

Uz zaštitu glave, vatrogasne kacige često imaju i dodatne dijelove koji se pričvrste na istu, a kojima se postiže i zaštita drugih dijelova korisnika primjerice zaštita vrata (zavjesica za vrat), ušiju (štitnik za uši), lica (vizir) te očiju (integrirane zaštitne naočale).

2.6. Osobna zaštitna oprema za zaštitu dišnih organa

Tijekom požara oslobađaju se mnogi plinovi, pare, prašina i vlakna koje vatrogasci prilikom intervencija mogu udahnuti. Kako bi se spriječila opasnost od udisanja te kako bi se zaštitilo zdravlje i sigurnost vatrogasaca, obavezna je primjena osobne zaštitne opreme za zaštitu dišnih organa. Vatrogasci opremu za zaštitu dišnih organa trebaju nositi cijelo vrijeme tijekom vatrogasne intervencije te ju tijekom presvlačenja (nakon dekontaminacije) trebaju zadnju skinuti [37].

Zaštitna maska sastavni je dio zaštitne opreme vatrogasaca koja se koristi u kombinaciji s respiratornim zaštitnim filtrima, samostalnim uređajima za disanje sa svježim zrakom, zračnim sustavima i respiratorima za pročišćavanje zraka s napajanjem [7].

S obzirom na dio koji pokriva lice može biti: cjeloobrazna maska (pokriva dišne otvore, lice i oči), polumaska (polovični obrazni dio koji štiti nos i usta) te četvrtmaska (četvrtinski obrazni dio koji štiti nos i usta). Na sl.9a prikazana je cjeloobrazna maska s dva filtra za zaštitu od čestica. Maska je izrađena od prirodne gume kojom se osigurava prijanjanje uz kožu te time nepropusnost između maske i lica osobe koja ju nosi. Sastavni dio pune maske je vizir od akrila koji treba biti otporan na ogrebotine, ne smije se zamagljevati i rositi, a istovremeno treba pružiti široko vidno polje, sl.9a [7].



Sl.9 Osobna zaštitna oprema za zaštitu dišnih organa: a) cjeloobrazna maska s filtrom tvrtke Moldex-Metric Inc [38] b) samostalni uređaj za disanje BG ProAir tvrtke Dräger [39]

Samostalni uređaj za disanje (sl.9b) koristi se u intervencijama u kojima se javlja opasnost od otrovnih i štetnih tvari u zraku te nedostatka kisika, primjerice u nepovoljnim uvjetima opasnosti zatvorenog prostora [31]. Primjenom istog osigurava se dovodnje dovoljne količine čistog zraka (kisika) vatrogascu za rad i život na određenom mjestu i u ograničenom vremenu [7].

2.7. Osobna zaštitna oprema za zaštitu lica i očiju

Usljed stvaranja požara dolazi do oslobađanja topline i nastanka dima, prašine, plinova te drugih nadražujućih i nagrizajućih tvari koji mogu dovesti do opekotina na licu, iritacije očiju vatrogasaca, ozljeda mehaničke prirode (upadi čestica u oko) te ozljeda radi djelovanja štetnih vidljivih i nevidljivih zračenja. S tim u vezi nužna je primjena osobne zaštitne opreme za zaštitu lica i očiju.

Zaštita se najčešće ostvaruje primjenom zaštitnih kaciga s integriranim vizikom toplinski visokootporne plastike (sl.8a) ili integriranim preklopnim štitnikom za oči (sl.8b) kao i primjenom cjeloobraznih maski (sl.9a). Uz navedeno za zaštitu očiju koriste se zasebno i zaštitne vatrogasne naočale.

3. Zaključak

U radu je dan pregled osobne zaštitne opreme (OZO) za vatrogasce prilikom rada na požarnim intervencijama. Opisani su osnovni zahtjevi koje odjevni zaštitni sustavi moraju ispuniti kao i zahtjevi koji se postavljaju na materijale te izradu istih. Navedeni su standardi u kojima su definirani spomenuti zahtjevi kao i norme po kojima se provode ispitivanja traženih svojstava. Poznavanjem složenih uvjeta rada vatrogasaca kao i nemogućnosti predviđanja svih mogućih situacija s kojima će se vatrogasci susresti na svojim intervencijama, može se zaključiti kako je u svrhu zaštite sigurnosti i zdravlja vatrogasca nužna primjena odjevnih zaštitnih sustava na vatrogasnim intervencijama. Uz pružanje maksimalne zaštite vatrogascima, spomenuti sustavi moraju biti izrađeni sukladno ergonomskim načelima i osigurati vatrogascu normalno izvođenje radnih aktivnosti.

Autori zahvaljuju Erasmus+ programu KA131-HED koji je omogućio Stefanu Antiću dvomjesečnu studentsku razmjenu u svrhu stručne prakse (student mobility for traineeship).

Literatura:

- [1] Zakon o vatrogastvu. NN 2019, 125.
- [2] Fehratović, M.; Bongalo, D. Procjena opasnosti radnog mjesta vatrogasaca – nedostaci postojeće legislative, primjedbe i prijedlozi za promjene utemeljene na znanstvenim dokazima. VUP 2012, II, 65-82.
- [3] Regulation (EU) 2016/425 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on personal protective equipment and repealing Council Directive 89/686/EEC. OJEU 2016, 59, 51-98.
- [4] Horvat, J.; Regent, A. *Osobna zaštitna oprema*, (Personal Protective Equipment). University of Applied Sciences of Rijeka, Rijeka, Croatia 2009; pp. 23-264, ISBN 978-953-6911-43-1.
- [5] Osobna zaštitna oprema. Available at: <https://www.hzzzs.hr/index.php/sigurnost-naradu/osobna-zastitna-oprema/> Accessed: 08/09/2023
- [6] Pravilnik o standardnim operativnim postupcima. NN 2022, 44.
- [7] Hursa Šajatović, A.; Zavec Pavlinić, D.; Dragčević, Z. Vatrogasni odjevni sustav za zaštitu od topline i plamena. *Tekstil* **2013**, 62(3-4), pp. 160-173. <https://hrcak.srce.hr/142558>
- [8] Pejnović, N. Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela. *Sigurnost* **2015**, 57(3), pp. 229-242. <https://hrcak.srce.hr/153090>
- [9] Hrvatski zavod za javno zdravstvo. *Osobna zaštitna oprema*, 2nd edition; 2019; pp. 70-73.
- [10] Certification Information: EN ISO 14116. Available online: <https://www.ppe-services.eu/en-iso-14116?phzrne=6> Accessed: 16/09/2023
- [11] EN ISO 14116:2015 Protective clothing – Protection against flame – Limited flame spread materials, materials assemblies and clothing.
- [12] Nikolić, LJ. *Osobna zaštitna oprema za vatrogasce*, master's thesis; University of Zagreb Faculty of Textile Technology, Zagreb, Croatia, 2019; pp. 30-32.
- [13] Dragčević, Z.; Hursa Šajatović A. Zaštitna odjeća i obuća u akcidentnim situacijama. In: *Proceedings of the 8th Consecutive Scientific-Professional Symposium „Textile Science & Economy“*, Zagreb, Croatia, 26 January 2015; pp. 94-97.
- [14] MSA Safety. Available at: <https://de.msasafety.com/> Accessed: 18/09/2023
- [15] The catalogue of Bristol company.
- [16] Eco-dry. Available at: <https://www.hainsworthprotectives.co.uk/eco-dry/> Accessed: 18/09/2023
- [17] EN 469:2020 Protective clothing for firefighters – Performance requirements for protective clothing for firefighting activities.
- [18] Mhawej, M.; Faour, G.; Adjizian-Gerard, J. Wildfire Likelihood's Elements: A Literature Review. *Challenges* **2015**, 6, pp. 282-293, <https://doi.org/10.3390/challe6020282>
- [19] Standardni operativni postupak između Državne uprave za zaštitu i spašavanje Republike Hrvatske i Ministarstva sigurnosti Bosne i Hercegovine o pružanju prekogranične pomoći u gašenju požara otvorenog prostora. Available at: <http://www.msb.gov.ba/dokumenti/sporazumi/default.aspx?id=11802&langTag=hr-HR> Accessed: 19/09/2023
- [20] Vojvodić, V. (Ed.). Zaštita okoliša: Šumski požari, Kemija u industrija, **2017**, 66(9-10), pp. 546-547. <https://hrcak.srce.hr/186992>
- [21] HEMCO proizvodi. Available at: <https://www.hemco.hr/hr/proizvodi/vatrogastvo> Accessed: 18/09/2023
- [22] EN 15384:2018 Protective clothing for firefighters - Laboratory test methods and performance requirements for wildland firefighting clothing.
- [23] EN 1486:2007 Protective clothing for firefighters - Test methods and requirements for reflective clothing for specialized fire fighting.

- [24] FYRAL® 9300 Fire Proximity Suit (Coverall). Available online: <https://www.ist.com.tr/en/product/textile-products/fyral-9300-fire-proximity-suit-coverall> Accessed: 20/09/2023
- [25] Belltron. Available at: <https://www.aramid.com/belltron/> Accessed: 20/09/2023
- [26] Hrvatski zavod za javno zdravstvo – služba za medicinu rada. *Ozljede na radu u Republici Hrvatskoj*. Available at: <https://www.hzzzs.hr/index.php/porefesionalne-bolesti-i-ozljede-na-radu/ozljede-na-radu/ozljede-na-radu-u-hrvatskoj/> Accessed: 21/09/2023
- [27] Pejnović, N.; Bogadi-Šare, A. Osobna zaštitna sredstva za zaštitu ruku. *Sigurnost* **2011**, 53(4), pp. 357-370. <https://hrcak.srce.hr/75016>
- [28] EN 659:2003 Protective gloves for firefighters.
- [29] System Assessment and Validation for Emergency Responders (SAVER). Structural Firefighting Gloves TechNote. Available online: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/Fire-Gloves-TN_1113-508.pdf, Accessed: 18/09/2023
- [30] Clow, E.; McKinney, E.; Li, R. Firefighter Gloves Currently on the Market: Analysis and Future Research Directions. In: *International Textile and Apparel Association Annual Conference (ITAA) Proceedings*, virtual conference, 18-20 November 2020.
- [31] Pravilnik o tehničkim zahtjevima za zaštitnu i drugu osobnu opremu koju pripadnici vatrogasnih postrojbi koriste prilikom vatrogasne intervencije. NN 2011, 31.
- [32] Flinčec Grgac, S.; Žuvela Bošnjak, F.; Valečić, B.; Akalović, J. Thermal Stability and Gaseous Exhaust Products of Bovine Leather for Firefighter Boots. *Koža&Obuća* **2019**, 68, pp. 8-11, <https://doi.org/10.34187/ko.68.1.2>
- [33] Voelkl professional. Available at: <http://www.voelkl-professional.com/en/firefighter/products/> Accessed: 15/09/2023
- [34] Harvik. Available at: <https://www.harvik.com/product/art-8687-harvik-en-f3-5kv-dielectric-firefighter-stp-wider-calf/> Accessed: 18/09/2023
- [35] Walczak, A.; Pieniak, D.; Kamocka-Bronisz, R. Reliability and Failure Studies of Firefighter's Helmets in Simulated Operational Conditions. *Journal of KONBiN* **2020**, 40, pp. 31-40, <https://doi.org/10.2478/jok-2020-0072>
- [36] Pab MP1 Professional. Available at: <https://pab.hr/hr/pab-mp1-professional/> Accessed: 20/09/2023
- [37] Minimising firefighters' exposure to fire effluents. Available at: <https://www.epsu.org/article/minimising-firefighters-exposure-fire-effluents>, Accessed: 18/09/2023
- [38] System Assessment and Validation for Emergency Responders (SAVER). Respiratory Protection for Wildland Firefighters TechNote. Available at: <https://www.dhs.gov/science-and-technology/saver/respiratory-protection-wildland-firefighting>, Accessed: 18/09/2023
- [39] Dräger BG ProAir. Available at: https://www.draeger.com/hr_hr/Products/BG-ProAir, Accessed: 12/09/2023