Istraživanje stanja zaštitne odjeće u vatrogasnim postrojbama u Republici Hrvatskoj

Popović, Tamara

Master's thesis / Diplomski rad

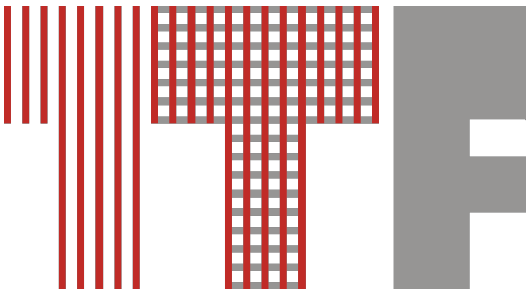
2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:201:454672

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Textile Technology University of Zagreb - Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
TEKSTILNO – TEHNOLOŠKI FAKULTET
ZAVOD ZA ODJEVNU TEHNOLOGIJU

DIPLOMSKI RAD

ISTRAŽIVANJE STANJA ZAŠTITNE ODJEĆE U VATROGASNIM POSTROJBAMA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Mentor: Doc. dr. sc. Anica Hursa Šajatović
Komentor: Izv. prof. dr. sc. Daniela Zavec Pavlinić

TAMARA POPOVIĆ
9770/ TTI - OI

ZAGREB, OŽUJAK, 2017.

Temeljna dokumentacijska kartica

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

Broj stranica: 73

Broj tablica: 6

Broj slika: 35

Broj matematičkih izraza: 0

Broj literaturnih izvora: 43

Članovi povjerenstva:

1. Prof. dr. sc. Zvonko Dragčević, predsjednik
2. Izv. prof. dr. sc. Daniela Zavec Pavlinić, član
3. Doc. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, član
4. Izv. prof. dr. sc. Tomislav Rolich, zamjenik člana

Datum predaje diplomskog rada: 15.03.2017.

Datum obrane diplomskog rada:17.03.2017.

SAŽETAK

Zadatak ovog diplomskog rada bio je istražiti karakteristike zaštitne odjeće za vatrogasce u uvjetima uporabe. U teoretskom dijelu diplomskog rada napravljena je detaljna razrada vrsta zaštitne odjeće, nabrojane su norme za zaštitnu odjeću, opisane su ozljede koje nastaju tijekom izlaganja toplini i plamenu, odjeća za zaštitu od topline i plamena, vatrogasna odjeća, materijali i principi izrade takve odjeće, te testiranje, njega i održavanje sustava namijenjenih zaštiti od topline. Opisana je i interventna zaštitna odjeća, te inteligentna vatrogasna odjeća. U okviru eksperimentalnog dijela ovog diplomskog rada provedena je anketa o korištenju vatrogasne odjeće u profesionalnim i dobrovoljnim vatrogasnim postrojbama u Republici Hrvatskoj. Istraživanje je provedeno na 378 ispitanika, a anketirani su profesionalni i dobrovoljni vatrogasci. Anketiranje je provedeno putem web ankete. Svrha istraživanja bila je prikupiti podatke o vrsti interventne vatrogasne odjeće, načinu korištenja i održavanja, te zadovoljstvu vatrogasaca o interventnoj vatrogasnoj odjeći koju nose. Anketom je utvrđeno da su vatrogasci zadovoljni vatrogasnom odjećom koju nose.

Ključne riječi: zaštitna odjeća, vatrogasci, interventna vatrogasna odjeća, web anketa

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 2

2.1. Zaštitna odjeća 2

2.2. Norme za zaštitnu odjeću 3

2.3. Ozljede nastale tijekom izlaganja toplini i plamenu 7

2.4. Odjeća za zaštitu od topline i plamena 10

2.5. Zaštitna odjeća za vatrogasce 13

2.6. Materijali i principi izrade odijela za zaštitu od topline i plamena 15

2.7. Testiranje odjevnih sustava namijenjenih zaštiti od topline i plamena 20

2.8. Njega i održavanje odjevnih sustava namijenjenih zaštiti od topline i plamena 23

2.9. Interventna zaštitna odjeća za vatrogasce 24

2.10. Ostala oprema vatrogasaca 27

2.11. Inteligentna vatrogasna odjeća 33

3. EKSPERIMENTALNI DIO 39

3.1. Web ankete 39

4. REZULTATI 43

5. RASPRAVA 62

6. ZAKLJUČAK 67

7. LITERATURA 69

1. UVOD

Odijevanje je temeljna i trajna ljudska potreba. Primarna funkcija odjeće je da zaštiti ljudsko tijelo od osnovnih vanjskih utjecaja kao što su kiša, sunce, vjetar, prašina te mehanički utjecaji [1]. Čovjek je svakodnevno izložen raznim nepovoljnim, za život opasnim uvjetima, stoga ga je potrebno zaštiti odgovarajućom vrstom odjeće.

Vatrogastvo je služba pri kojoj vatrogasac namjerno ulazi na mjesto opasnog incidenta u situacijama kada svi ostali ljudi bježe ili odlaze [2]. Osobna zaštitna odjeća je u vatrogastvu posljednja linija obrane zdravlja i života radnika. Stoga je uporaba što kvalitetnije i udobnije osobne zaštitne opreme vrlo važna, jer će tu posljednju mjeru obrane svojeg života i zdravlja vatrogasac morati relativno često koristiti.

Odjevni predmeti mogu se svrstati u više skupina, a to su odjeća za svaki dan, radna odjeća za rad u zatvorenim prostorima, radna odjeća za rad u vanjskom, otvorenom prostoru, vojničke i policijske uniforme, sportska odjeća te odjeća za posebne namjene. Svaka skupina sadrži odgovarajuće vrste odjevnih predmeta, ovisno o namjeni odnosno funkciji. Ovisno o namjeni odjeća mora omogućiti propusnost vodene pare, propusnost zraka, vjetra, fiziološku udobnost, zaštitu od padalina itd. Tako se u jednu skupinu ili sustav radne odjeće ubrajaju razni odjevni predmeti kao što su donje rublje, koje ima mogućnost odvođenja vlage ili ima svojstvo negorivosti, hlače, hlače sa štitnikom, košulje, odijela, ogrtači, kombinezoni, rukavice, kapuljače, zaštitne cipele, neprobojne veste, kacige i drugi odjevni predmeti za specijalne namjene [3]. Zaštitni odjevni predmeti mogu biti dvodijelni (jakna i hlače) ili jednodijelni (kombinezoni, kute, radni ogrtači, pregače, hlače, rukavice). Sve navedene odjevne predmete već prilikom razvoja i oblikovanja potrebno je ugraditi i uskladiti u cjelokupan odjevni sustav, koji će pružiti optimalnu zaštitu radniku. Zaštitna odjeća štiti tijelo od mehaničkih povreda, ona prekriva ili zamjenjuje osobnu odjeću, a predviđena je da zaštiti osobu od jedne ili više opasnosti.

2. TEORIJSKI DIO

U teorijskom dijelu je opisana zaštitna odjeća, nabrojane su norme za zaštitnu odjeću, te su opisane ozljede koje nastaju tijekom izlaganja toplini i plamenu. U nastavku je opisana zaštitna odjeća za vatrogasce, materijali i principi izrade odjeće, testiranje, njega i održavanje sustava namijenjenih zaštiti od topline i plamena. Na kraju teorijskog dijela opisana je interventna vatrogasna odjeća, te inteligentna vatrogasna odjeća.

2.1. Zaštitna odjeća

Čovjek je svakodnevno izložen raznim nepovoljnim, teškim radnim i životnim uvjetima, a funkcija odjeće oduvijek je bila da štiti tijelo od vanjskih utjecaja. Primarna funkcija zaštitne odjeće je da stvara barijeru između čovjeka i okoline kako bi se regulirala tjelesna temperatura u odnosu na okolinu. Da bi bila djelotvorna s mogućnošću funkcionalne primjene, zaštitna odjeća mora biti ergonomski oblikovana u skladu s dinamičkim antropometrijskim uvjetima uporabe, a pri izvođenju aktivnosti mora osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta [4]. Korisnici zaštitne opreme raznih zanimanja (vatrogasci, radnici u kotlovnicama, zavarivači, radnici na naftnim platformama, pripadnici civilne zaštite) su tijekom obavljanja svojih radnih aktivnosti izloženi raznim vanjskim utjecajima kao što su djelovanje topline, vatre, vode, statičkog elektriciteta, kemijskih sredstava, a također rade u uvjetima smanjene vidljivosti uz povećani fizički napor [5].

Zaštitna odjeća svojim određenim svojstvima štiti tijelo od ozljeda. Pri izradi i dizajnu zaštitne odjeće zaštita, udobnost, trajnost i cijena moraju biti u optimalnom omjeru [6]. Udobnost i komfor odjeće su posljedica mikroklimatskog stanja u međuprostoru između tijela i odjeće te karaktera raspodjele kontaktnog naprezanja i deformacija. Zaštitna odjeća treba osigurati više zaštitnih funkcija uz omogućavanje prirodnog disanja kože. Uz velike troškove proizvodnje materijala važni parametri su otpornost na habanje, postojanost na kemikalije, otpornost na stvaranje statičkog elektriciteta, perivost, svi aspekti termičkog ponašanja, apsorpcija vlage i mogućnost stvaranja udobnosti materijala.

Danas se na tržištu mogu naći razni tipovi i vrste odjevnih sustava za zaštitu od topline i plamena. Takvi sustavi moraju omogućiti normalno obavljanje radnih aktivnosti. Kako je

nabava najčešće uvjetovana cijenom opreme, zaštitna se odjeća uvelike razlikuje od zemlje do zemlje, te unutar pojedinih vatrogasnih jedinica i ostalih radnih udruga. Često se nabavlja jeftinija zaštitna odjeća koja je ujedno i manje kvalitetna te se tako smanjuje razina zaštite. Svako zaštitno odijelo mora imati dokaz da je proizvod ispitan, te da zadovoljava propise i norme (propisana neizbrisiva etiketa na proizvodu, CE oznaka s brojem ovlaštenog tijela, upute za uporabu). Nažalost, osobna zaštitna odjeća je često neudobna i ergonomski neprilagođena, pa radnici obično takvu opremu ne nose i nastavljaju rad bez nje ili ne upotrebljavaju sve elemente zaštitne opreme, pri čemu se izlažu opasnostima [7].

Napretkom tehnologije i većim ulaganjima u istraživanja svakim se danom otkrivaju novi kvalitetniji i otporniji materijali. Razvoj novih tehnologija umjetnih vlakana usmjeren je na proizvodnju vlakana s posebnim svojstvima, time se dobiva proizvodnja raznolikih materijala vrlo složene građe s unaprijed zadanim svojstvima [5]. Takve vrste materijala primjenjuju se kada je radnik tijekom rada izložen povišenim temperaturama. Svaki takav materijal ima specifična svojstva koja se promjene ako dolazi do kombiniranja materijala u višeslojnim odjevnim predmetima kao i u cjelovitim odjevnim sustavima zbog zahtjeva povećanja zaštite. Proces proizvodnje zaštitne odjeće zahtijeva primjenu posebnih normi, zakona, sigurnosnih propisa i odredbi koje precizno određuju svojstva, što utječe na izbor materijala, završnu obradu, dizajn i oblikovanje modela, izbor konca za šivanje i dr. [8].

Želja da se čovjeku omoguće što sigurniji uvjeti rada doveli su do razvoja novih vatrootpornih tekstila, odnosno tekstila smanjene zapaljivosti i gorivosti. Odgovarajuće vrste vlakana koja proizvodu daju potrebna zaštitna svojstva, trebaju biti pristupačne cijene te se trebaju prerađivati u odjevne predmete zadovoljavajuće udobnosti i funkcionalnosti oblika. U posljednjih nekoliko godina traži se multifunkcionalna zaštitna odjeća koja bi imala veći broj specifičnih karakteristika koje je teško objediniti na jednom odjevnom predmetu.

2.2. Norme za zaštitnu odjeću

Zaštitna odjeća je osobna zaštitna oprema koja štiti ljudsko tijelo od štetnih utjecaja. Temeljni dokument za primjenu zaštitne odjeće je Direktiva Vijeća 89/686/EEZ [9]. Opća norma za zaštitnu odjeću, koja je prihvaćena i primjenjuje se u Republici Hrvatskoj kao hrvatska norma je HRN EN 340:2004. U njoj se zaštitna odjeća definira kao odjeća koja

pokriva ili zamjenjuje osobnu odjeću, te pruža zaštitu od jednog ili više rizika koji mogu ugrožavati sigurnost i zdravlje osoba na radu. Ova norma se ne može koristiti samostalno već isključivo u kombinaciji sa nekom drugom normom.

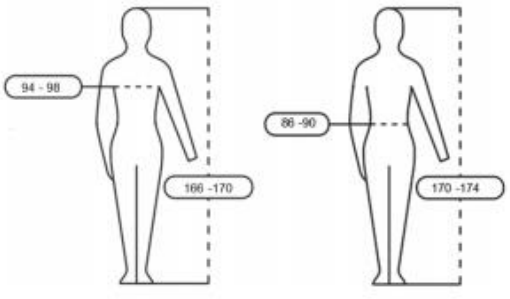
Da bi bila djelotvorna s mogućnošću funkcionalne primjene, zaštitna odjeća mora imati sljedeća obilježja:

- univerzalna, jer nema podjele na mušku i žensku odjeću,
- izrađuje se u nekoliko odjevnih veličina koje omogućuju upotrebu u širokom rasponu statičkih antropometrijskih razmjera,
- ergonomski oblikovana, pri izvođenju aktivnosti mora osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta, i
- posebno dizajnirana.

U skladu sa Zakonom o zaštiti na radu i pripadajućim pravilnicima poslodavac je dužan:

- procijeniti opasnosti i štetnosti, te rizike koji iz njih proistječu,
- eliminirati ili umanjiti opasnosti na izvoru,
- eliminirati ili umanjiti rizike kolektivnim mjerama,
- eliminirati ili umanjiti rizike administrativnim mjerama i
- odabrati prikladnu osobnu zaštitnu opremu nakon procjene realnih „preostalih rizika".

Osnovni zdravstveni i ergonomski zahtjevi za zaštitnu odjeću prema HRN EN 340 su: dizajn, udobnost, neškodljivost, vijek trajanja odjeće, način označavanja odjeće, te općenite informacije proizvođača. Zaštitna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine. Opći zahtjevi predlažu tri glavne tjelesne mjere koje su potrebne za utvrđivanje veličine zaštitne odjeće**,** a to su tjelesna visina, opseg grudi i opseg struka (slika 1).

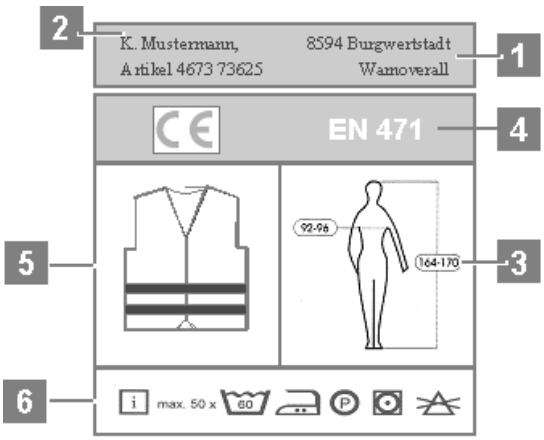


Slika 1 Glavne tjelesne mjere potrebne za označavanje odjevnih veličina zaštitne odjeće [5]

Sva zaštitna odjeća treba imati oznake koje sadrže informativni dio na službenom jeziku zemlje u kojoj se upotrebljava. Oznake se moraju nalaziti na samom proizvodu ili na etiketi pričvršćenoj na proizvodu na način da su vidljive i čitljive, te trebaju biti otporne na pranje [10] (slika 3).

Kod specifičnog označavanja oznake sadrže slijedeće informacije (slika 2):

- ime, trgovačka marka,
- tvornička oznaka tipa odjeće, tvorničko ime,
- oznaka veličine,
- broj specifične norme EN (npr. EN 471),
- piktogram koji prikazuje specifičnu opasnost, dizajn odjeće, razina zaštitnog djelovanja i
- upute o načinu održavanja odjeće.

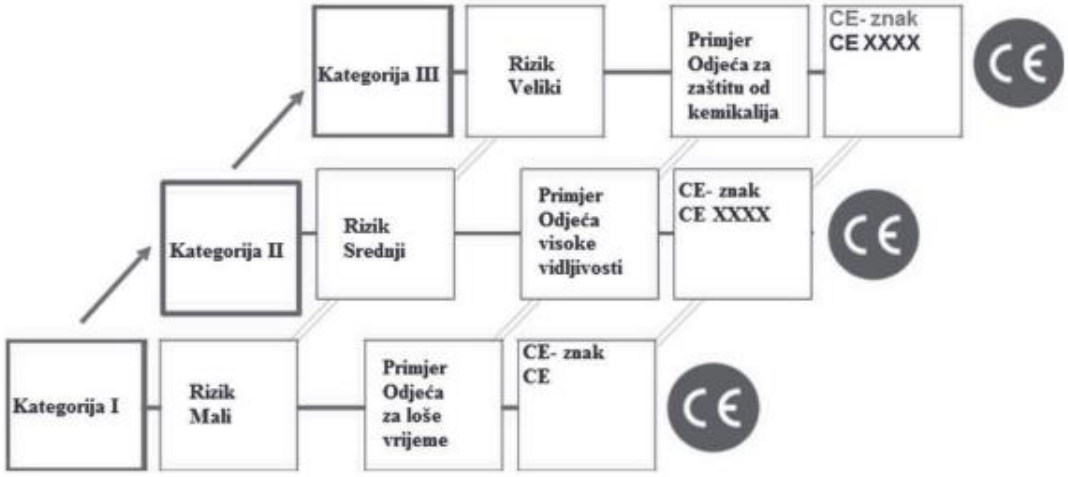


Slika 2 Primjer oznake za zaštitnu odjeću [5]



Slika 3 Primjer etikete našivene na proizvodu [11]

Direktiva 89/686/EEZ se odnosi na osobnu zaštitnu opremu koja je obuhvaćena u tri skupine, označene kao kategorije I, II i III (slika 4).



Slika 4 Kategorije osobne zaštitne opreme [5]

Kategorija I obuhvaća osobnu zaštitnu opremu koja se upotrebljava za zaštitu od minimalnih rizika koje korisnik može identificirati sigurno i na vrijeme. Kategorija II čini osobnu zaštitnu opremu koja nije niti jednostavna niti kompleksna (složena). Takva oprema se naziva zaštitnom opremom „srednje konstrukcije“. Kategorija III čini osobnu zaštitnu opremu kompleksne (složene) konstrukcije i namijenjena je za zaštitu od smrtnih opasnosti ili opasnosti koje mogu trajno oštetiti zdravlje, a tu se ubraja osobna zaštitna oprema kompleksne konstrukcije za vatrogasce, radnike koji rukuju motornom pilom, te za zaštitu od električne struje.

Prema funkciji zaštite, zaštitna odjeća može se podijeliti na sljedeće skupine [4] (slika 5):

- tehnička zaštitna odjeća (uključujući zaštitu od mehaničkih opasnosti, zaštitu od antistatičkog naboja),
- kemijska i biološka zaštitna odjeća (uključujući i zaštitu od radioloških (RKB) agensa),
- toplinska zaštitna odjeća,
- odjeća za zaštitu od kiše i hladnoće i
- vatrogasna odjeća (uključujući zaštitu kod strukturnih i šumskih požara).



Slika 5 Podjela osobne zaštitne opreme za zaštitu tijela prema zaštitnoj funkciji. [4]

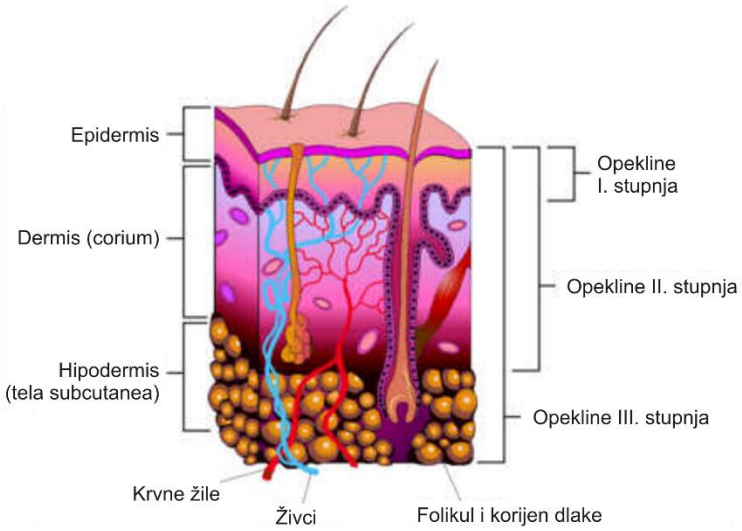
Metode testiranja zaštitne odjeće obuhvaćaju test na udobnost, fiziološke potrebe, zaštitu od hladnoće i topline, ergonomski dizajn, pristalost, propusnost kiše/vlage i test visoke uočljivosti odjeće [6]. Sagledane su sve mogućnosti uvjeta nošenja koji mogu nastati prilikom upotrebe, npr. kod nošenja alata, pribora, aparata za disanje i sl.

2.3. Ozljede nastale tijekom izlaganja toplini i plamenu

Koža je organ vrlo osjetljiv na zagrijavanje, pa dugotrajna ekspozicija temperaturi od 45-50°C dovodi do raspadanja staničnih enzima. Koža štiti organizam od mehaničkih, toplinskih i kemijskih oštećenja, pritom sprječava prodiranje raznih mikroorganizama u unutrašnjost tijela i sprječava isušivanje organizama. Saprofitne bakterije koje se nalaze na koži brane tijelo od patogenih mikroorganizama te se hrane odumrlim stanicama gornjeg sloja kože. Koža je barijera između vanjskog svijeta i unutrašnjosti organizma. Živci i

osjetilna tjelešca u koži organizma omogućavaju primanje podražaja i spoznavanje promjena u okolini tijela. Površina kože odraslog čovjeka iznosi između 1,6 i 1,9 m². Pri prosuđivanju težine opeklina i određivanju liječenja potrebno je utvrditi opseg opečenog područja i izraziti ga u postotku ukupne površine tijela. U tu svrhu najčešće se koristi tzv. pravilo devetke po kojem je površina tijela podijeljena na područja od po 9 i 18 % ukupne površine tijela (glava s vratom i ruke imaju 9 %, prednja i stražnja strana trupa i svaka noga po 18 % ukupne površine tijela, a preostalih 2 % odgovara površini spolnih organa i perineuma) [12].

Koža se sastoji od epidermisa, dermisa (coriuma) i hipodermisa (telasubcutanea) (slika 6).

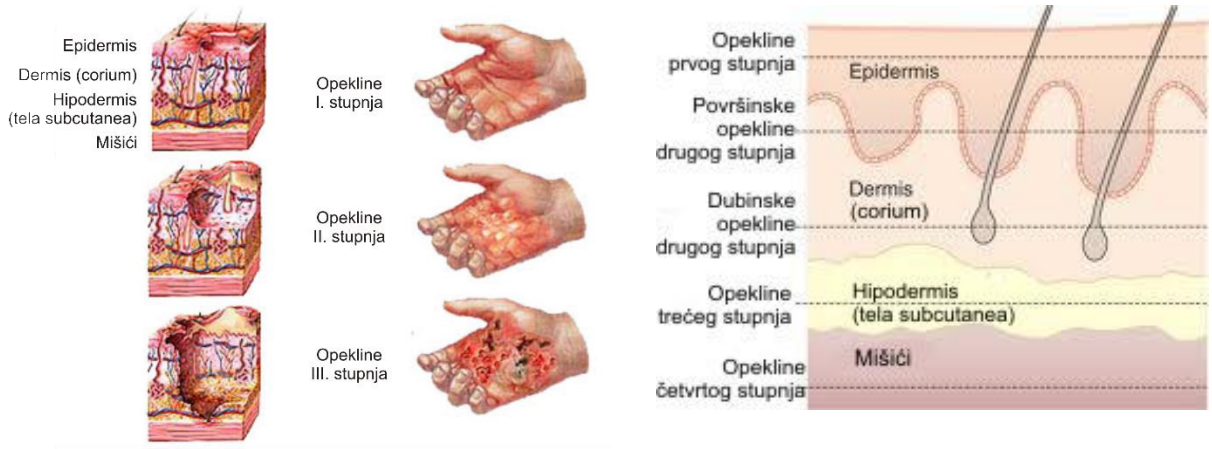


Slika 6 Slojevi kože [10]

Temperature kojima je izložena površina zaštitne odjeće za vrijeme intervencija iznosi od 50 do 600 °C, dok se kod požara zapaljivih tekućina mogu razviti temperature i do 1200 °C. Zbog tako visokih temperatura moguće su ozljede kože zbog toplinskog djelovanja. Stupanj ozljede ovisi o tome koliko se temperatura površine kože povisila iznad 44°C. Normalna temperatura ljudskog tijela je 36,6 °C, pri temperaturi od 45°C čovjek osjeća bol, a opekline nastaju na temperaturama iznad 55°C. Pri povećanju temperature iznad 44°C za 1°C štetan učinak topline povećava se približno tri puta, što znači da je oštećenje pri 50°C sto puta veći nego kod 44°C.

Vrsta opekline i oštećenje kože ovise o vrijednostima apsorbirane količine toplinskog toka, količini topline i izloženosti izvoru topline. S obzirom na intenzitet, opekline se mogu razvrstati u ove skupine [13] (slika 7):

- Opekline prvog stupnja su bolne, dolazi do površinskog oštećenja kože i nastaju ako je temperatura kože od 44 do 55°C. Unesrećeni se oporavlja nekoliko dana. Ovaj stupanj opeklina se može usporediti s opeklinama od sunca. Opekline II. stupnja nastaju ako je temperatura kože 55°C, a opekline III. stupnja nastaju ako je temperatura iznad 55°C. Opekline drugog i trećeg stupnja unesrećenog potpuno onesposobe pogotovo kad nastanu opekline stopala, ruku ili glave. Opekline tih stupnjeva zahtijevaju složenu i intenzivnu medicinsku pomoć koja obično traje nekoliko dana, tjedana ili mjeseci. U tom primjeru opekline mogu biti kobne, što ovisi o mjestu opekline, ukupnoj površini opečenih dijelova kože, starosti unesrećenog, istovremenosti ozljeda i nužne medicinske pomoći. Prisutnost opeklina drugog i trećeg stupnja kod unesrećenog dovodi do njegove nemogućnosti obavljanja radnih dužnosti za dulje vrijeme ili zauvijek.
- Kod jakih opeklina lica zbog Beelovog fenomena oči su rijetko oštećene. Pri bljesku se očne jabučice pomaknu prema gore i kapci se zatvore tako da zaštite oko. Stoga kod izloženosti lica vatri, prije svega dolazi do opeklina kapaka, oko ostaje nedirnuto što omogućava vid u trenutku izlaska iz prostora vatre. Kod proučavanja unesrećenih s opeklinama trećeg stupnja studije su pokazale da je 80 % svih unesrećenih zbog opeklina potpuno onemogućeno u 24 sata, dok ih 95 % od svih normalno funkcioniralo unutar 5 minuta i 70 % unutar 30 minuta po ozljedi. Iz toga se može zaključiti da opekline lica ne sprječavaju izlazak iz prostora u kojem djeluje vatra.
- Ako se ne nosi aparat za disanje mogu se pojaviti opekline dišnih puteva. Opekline koje obuhvaćaju dublje slojeva tkiva nisu česte, javljaju se kod udisanja pare na području usne šupljine, ždrijela i gornjih dišnih putova. Navedena mjesta opeklina zahtijevaju intenzivnu medicinsku pomoć.
- Eksplozijske opekline - "flashburns". Kod eksplozijskih opeklina dolazi do kratkotrajnog i intenzivnog djelovanja topline. Dugoročno gledano takve opekline ne ostavljaju ožiljke.



Slika 7 Vrste opeklina [10]

Koža je vrlo dobar apsorbent toplinske energije koji reflektira samo oko 5 %, a apsorbira 95 % energije [13]. Stoga je potrebno spriječiti prijelaz topline do kože kako bi se izbjegle opekotine i oštećenja tijela korisnika. Svrha odjeće za zaštitu od topline i plamena je smanjiti toplinski tok i apsorbirati količinu toplinskog zračenja tako da na površini kože ona bude u bezbolnom području ili da je znatno smanjena količina toplinskog toka.

Toplinski udar je stanje povišene tjelesne temperature koje nastaje zbog pojačane tjelesne aktivnosti u uvjetima visoke temperature i vlage zraka, kada prirodni termoregulacijski mehanizmi tijela nisu više sposobni osloboditi višak topline u okolinu. Tjelesna temperatura može narasti do 40 stupnjeva i više. Najvažniji mehanizam oslobađanja viška topline je isparavanje znoja. Ako je postotak vlage u zraku visok, znoj ne može isparavati i tijelo nema načina da se riješi viška topline. Toplinski udar je vrlo opasno stanje iz kojeg se organizam ne može izvući sam. Potrebno je hitno potražiti liječničku pomoć jer u suprotnom mogu nastati oštećenja mozga, bubrega, srca te smrt. Svi takvi bolesnici umiru ako im se ne pruži pomoć [11].

2.4. Odjeća za zaštitu od topline i plamena

Radnici koji su tijekom obavljanja svojeg rada izloženi djelovanju vatre, nenadanim eksplozijama goriva ili zračenju topline upotrebljavaju primjerene zaštitne odjevne sustave među kojima su rukavice, kapuljače, gornji slojevi odjeće i odgovarajuća obuća. Treba

obratiti posebnu pozornost pri odabiru zaštitne opreme otporne na vatru s obzirom da je vrijeme nošenja takve opreme ponekad dugo, korisnik se u njoj mora osjećati sigurno i udobno, te mora učinkovito obavljati svoj rad.

Odjeća za zaštitu od topline i plamena mora biti izrađena od materijala koji je otporan na visoke temperature i gorenje te istodobno mora biti nepropustan za vodu. Toplinska zaštitna odjeća je izrađena od materijala koji pružaju dobru toplinsku izolaciju, kao i ostala svojstva. Ona štiti radnika od jedne ili više vrsta topline. Takva odjeća se koristi na mnogim radnim mjestima (u rafinerijama, plinskoj industriji, u ljevaonicama, u industriji stakla, u vatrogastvu, na nosačima zrakoplova, naftnim platformama i sl.). Stupanj zaštitnog djelovanja odjeće ovisi o količini topline i vremenu izloženosti, te o sastavu i konstrukciji materijala od kojeg je odjeća izrađena. Prema standardu ISO 13688 simbol za zaštitu od topline i plamena prikazan je na slici 8 [15].



Slika 8 Simbol za zaštitu od topline i plamena prema standardu ISO 13688 [10]

Toplina može ugroziti zdravlje ili život radnika na nekoliko načina [3]:

- 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 [5]. Odjeća za zaštitu od topline i plamena treba biti dizajnirana tako da dobro pristaje i da je udobna. Veličina zaštitne odjeće je važna

sa stajališta pristalosti kako bi se postigla prilagodljivost i funkcionalnost odjevnog sustava kretnjama ljudskog tijela, te zaštita zdravlja i života korisnika.

Zahtjevi za dizajn:

- odjeća se izrađuje kao jednodijelna (kombinezon) ili dvodijelna (jakna i hlače),
- kod dvodijelnog odijela, preklop jakne i hlača ne smije biti manji od 20 cm u svakom očekivanom položaju radnika,
- vanjski džepovi moraju biti izrađeni od vatrootpornog materijala, poklopci moraju biti najmanje 20 mm širi od džepova,
- otvori za oblačenje moraju na vanjskoj strani odjeće imati zaštitni preklop,
- najveća udaljenost između dugmadi smije biti 150 mm,
- otvor za vrat mora imati mogućnost zatvaranja, i
- nogavice ne smiju imati istaknute vanjske manžete.

Toplinska zaštitna odjeća mora biti primjerena konstituciji tijela radnika tako da omogućava komotno gibanje radnika te da postoji zračna izolacija između kože i unutrašnjeg sloja odjeće. Tako npr. duljina i opseg rukava jakne, te nogavice hlača moraju biti točno određene veličine kako bi omogućile odgovarajuću zaštitu ručnih zglobova i gležnjeva s dodatkom drugih dijelova odjevnog sustava kao što su rukavice i čizme [16]. Odjeća za zaštitu od topline i plamena mora biti izrađena od materijala koji su otporni na povišenu temperaturu, koji imaju otpornost na zapaljenje i gorenje pri kontaktu s plamenom, otpornost na taljenje i kapanje, reflektivnost za IC zrake te trebaju pružati što višu toplinsku izolaciju [4].

Jednostavno dodavanje različitih slojeva zaštitnoj odjeći nije dovoljno jer to prije svega ograničava pokretljivost korisnika, povećava težinu tereta kod nošenja i toplinsko opterećenje, a sve to pridonosi smanjenoj učinkovitosti. Potrebno je poznavanje svojstava tekstilnih materijala koji su ugrađeni u odjeću jer svaki novi dodani sloj tekstilnog materijala odjevnom sustavu promijeni svojstva zaštite. Što bi značilo da se sa svakim dodanim slojem odjeće mora provoditi ponovni test. Vanjski sloj izrađuje se od materijala koji imaju otpornost na visoke temperature a unutarnji sloj mora pružiti dobru toplinsku izolaciju i prihvatljivu udobnost nošenja.

Odjeća na kojoj se zbog čestog djelovanja vatre zapale zatvarač i džepovi, te odjeća koja se pod djelovanjem topline raspadne zbog prisutnosti umjetnih materijala nije primjerena [13].

2.5. Zaštitna odjeća za vatrogasce

Zaštitna odjeća za vatrogasce koristi se prilikom gašenja požara ili sličnih aktivnosti gdje postoji opasnost od visokog stupnja toplinskog opterećenja i izravnog plamena. Ona štiti vatrogasca pri gašenju požara, spašavanju ljudskih života, te sprječavanju štete na imovini i okolišu. Zaštitna odjeća vatrogasaca mora zadovoljavati zaštitu od ostalih ekstremnih uvjeta kao što su zaštita od kiše i vode za gašenje, hladnoće, mehaničkih djelovanja, agresivnih i reaktivnih kemikalija, kemikalija opasnih za zdravlje, uključujući i kemijske suspenzije i otopine za RKB dekontaminaciju [15]. Simbol za zaštitnu odjeću za vatrogasce prema standardu ISO 13688 prikazan je na sl. 9.



Slika 9 Simbol za zaštitnu odjeću vatrogasaca [10]

Zaštitna odjeća vatrogasaca mora zadovoljiti opće uvjete odnosno zahtjeve, a to su:

- zahtjev za toplinskom zaštitom,
- zahtjev za udobnosti pri intervencijama,
- zahtjev za udobnosti pri nošenju u normalnim klimatskim uvjetima i
- zahtjev za pogodno izvedenim sustavom ventilacije zbog oslobađanja topline proizvedene prirodnim metabolizmom vatrogasca.

Zaštitna odjeća za vatrogasce mora biti udobna. Udobnost zaštitne odjeće može se podijeliti u više skupina:

- termofiziološka udobnost – zadržavanje udobnog stanja topline i vlage (toplinska otpornost, djelomična zrakopropusnost, transport vlage kroz materijal, količina vlage u materijalu, mogućnost odbijanja vode…).
- osjetilna udobnost - definirana je raznim osjetilnim podražajima doticaja prigodom dodira tkanine s tijelom (grubost ili mekoća tkanine, osjećaj topline ili hladnoće, kod dodira tijela s tkaninom, stvaranje statičkog elektriciteta, osjećaj bockanja, svrbeža…).
- udobnost pri nošenju/korištenju odjeće - mogućnost odjeće da dozvoli slobodno kretanje tijela, smanji opterećenja odjeće na tijelo korisnika ili prati oblik tijela/dijela tijela (rastezljivost, masa osobnih zaštitnih sredstava…) [17].

Zaštitna vatrogasna odjeća dijeli se na:

- vatrogasnu radnu odjeću: odijela, kombinezoni, hlače, kape;
- vatrogasnu svečanu odjeću: odijela, vjetrovke, veste, kišne kabanice, majice, košulje, kravate, rukavice, kape;
- vatrogasnu interventnu odjeću: interventne jakne i hlače, kombinezoni i
- ostala oprema.

Radna vatrogasna odora se sastoji od hlača, plave bluze, crnih cipela (mladež nosi tenisice i kape). Takva odora se nosi na dežurstvima, u vatrogasnom domu, natjecanjima i sl. Svečanu vatrogasnu odoru nose odrasli članovi vatrogasne postrojbe i dobrovoljnog vatrogasnog društva u svečanim prilikama, (javni nastupi, vatrogasne skupštine itd.). Tijekom vatrogasnih intervencija preko radne vatrogasne odore nosi se interventna vatrogasna odora koja pruža puno bolju zaštitu (bolja otpornost prema gorenju, veća čvrstoća itd.).

Razlikujemo vatrogasnu odjeću za gašenje šumskih požara (požari otvorenog prostora) i reflektirajuću odjeću za posebno gašenje požara. Požari otvorenog prostora gase se uglavnom ljeti, pri visokim temperaturama okoline. Stoga ova zaštitna odjeća mora biti laka, prozračna i fleksibilna. Odjeća za gašenje šumskih požara namijenjena je za zaštitu torza, vrata (ovratnik se mora držati u podignutom položaju nakon zatvaranja), ruku do zapešća i nogu do gležnja torza, tijekom gašenja šumskog požara i za sve, uz to usko vezane aktivnosti. Može biti u obliku kombinezona, dvodijelnog odijela s potrebnim preklapanjem ili većeg broja odjevnih predmeta koji se nose istodobno. Vatrogasci su danas sve više izloženi kemijskim i biološkim agensima, kao i utjecaju toksičnih industrijskih kemikalija i

materijala prilikom akcidenata u kemijskoj, petrokemijskoj i farmaceutskoj industriji. U takvim akcidentnim situacijama vatrogasci trebaju biti opremljeni zaštitnom odjećom koja će im omogućiti odgovarajuću udobnost. Reflektirajuća odjeća za posebno gašenje požara se sastoji od odjevnih predmeta (jednog ili više), kapuljače koja može biti integrirana s odjećom, rukavica, navlačnih čizmi [3].

Na slici 10 prikazani su primjeri odjevnih sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i radiobioloških agensa namijenjenih vatrogascima.



Slika 10 Primjeri odjevnih sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i RKB agensa [5]

Konstrukcija i izrada zaštitne odjeće za vatrogasce se provodi za tri grupe tjelesnih veličina:

- niski uzrast do 167 cm,
- normalni uzrast od 167 do 181 cm i
- visoki uzrast iznad 181 cm.

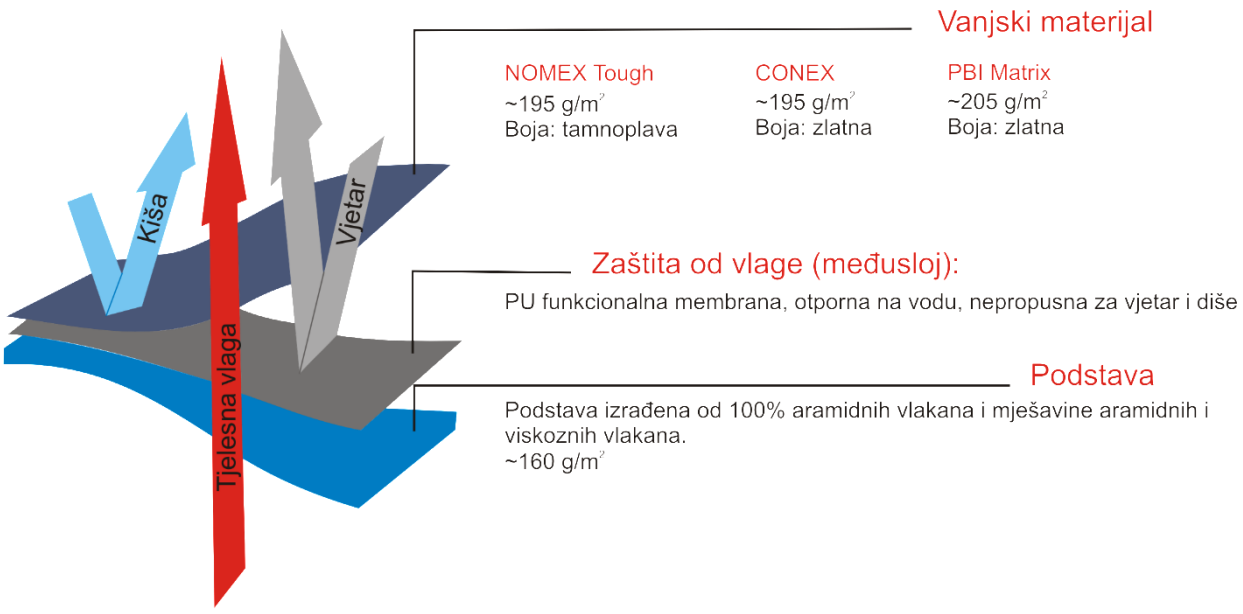
2.6. Materijali i principi izrade odijela za zaštitu od topline i plamena

Za zaštitu od topline i plamena koristi se kombinacija različitih specijalnih materijala. Što su slojevi tih materijala deblji pružaju veću zaštitu, no takve specijalne materijale u zaštitnim odjevnim sustavima treba optimalno kombinirati zbog toplinskog preopterećenja korisnika. Stoga vrsta i razina zaštite koju neka kombinacija slojeva pruža ovisi o vrsti materijala u toj kombinaciji i o tome što je zadaća svakog od tih materijala [18].

Zaštitna odjeća za vatrogasce (hlače i jakna) je u pravilu izrađena od 4 osnovna sloja materijala sastavljena u jednu kombinaciju [19]:

- vanjski materijal („vanjska školjka“) je čvrst materijal koji ima visoku otpornost na toplinu i plamen, otpornost na mehaničke utjecaje, otapala i kiseline. Takav materijal ne smije gorjeti, topiti se, pucati ili raspadati nakon spaljivanja, te se nakon djelovanja otvorenog plamena ne smije skupljati i raspadati. Materijali za zaštitu od vlage moraju biti otporni na vodu, nepropusni na vjetar te moraju omogućiti prolazak topline od tijela prema okolini.
- vodonepropusna/zrakopropusna membrana spojena je s tkanom ili netkanom podlogom koja joj daje čvrstoću i trajnost. Ta membrana ima svrhu smanjiti količinu vode koja iz okoliša može prodrijeti u unutrašnjost odjevnog predmeta.
- toplinska međupodstava je materijal namijenjen da uspori prolaz topline izvana prema unutrašnjosti odjevnog predmeta i
- unutarnja podstava štiti materijal od toplinske prepreke, te pruža korisniku udobnost i dodatni zaštitni sloj.

Proizvođači odjeće za zaštitu od plamena i topline upotrebljavaju različite vrste materijala za svaki od navedenih slojeva. (slika 11).



Slika 11 Različite vrste materijala [10]

Kao prvi zaštitni sloj (“vanjska školjka”) vrlo se često koristi tkanina koja je po sirovinskom sastavu kombinacija Nomexa® i nekog drugog aramidnog vlakna u omjeru 95 % prema 5

% kod običnih vojnih i policijskih odora, a 75 % prema 25 % kod vatrogasne odjeće Celulozna vlakna su najzapaljivija i najbrže gore, dok aramidna vlakna pougljene, ali ne gore. Kombinacija dviju ili više tekstilija ne gore na isti način kao pojedinačne vrste vlakana. Način na koji su tekstilije izrađene također utječe na način gorenja. Za zaštitu od vlage (drugi sloj zaštitne odjeće za vatrogasce) koriste se PU (poliuretanske) membrane, Comfortex C membrane, Sympatex ® membrane i Gore – Tex ® membrane. Dok se za toplinsku zaštitu (treći sloj zaštitne odjeće za vatrogasce) koriste tkanine izrađene od aramidnih vlakana. Za podstavu odnosno četvrti sloj zaštitne odjeće za vatrogasce koriste se tkanine izrađene od Nomex® aramidnih i viskoznih vlakana, te tkanine izrađene od pamučnih vlakana koje su dodatno obrađene i otporne na plamen.

Važno je napomenuti da se danas kod izrade odjeće za zaštitu od topline i plamena osim aramidnih vlakna (Kevlar, Nomex, Rustik, Tvaron), vlakna na bazi melamina (Basofil ®) i modakrilnih vlakna, često koriste pamučna, viskozna, vunena i poliesterska vlakna (tablica 1). Ta vlakna se u postupcima dorade obrađuju kemijskim sredstvima protiv gorenja [20].

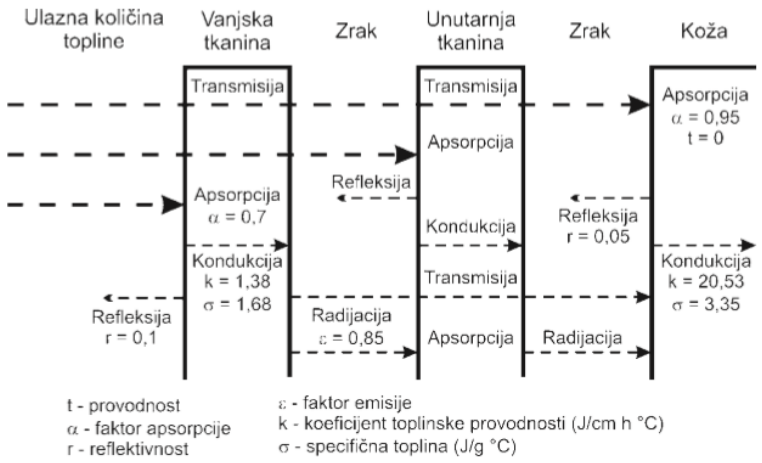
Tablica 1 Najčešće upotrebljavani materijali za izradu interventne vatrogasne odjeće [10]

	Red. br.	Vrsta materijala	Površinska masa [g/m²]
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

Osim navedenih slojeva može se govoriti i o protupožarnim odjevnim sustavima pod kojima se razumijeva sva odjeća koju vatrogasac nosi na sebi prilikom intervencija, počevši od donjeg rublja koji je prvi odjevni sloj, zatim međuodjevnog sloja koji čine majice, veste,

puloveri, košulje i sl., te na kraju gornji zaštitni sloj odjevnog sustava koji se sastoji od višeslojne interventne jakne i hlača.

Kod izlaganja direktnom plamenu, prijelaz topline kroz slojeve odjeće je složena kombinacija radijacije, apsorpcije, kondukcije i refleksije toplinske energije (slika 12) [14].



Slika 12 Shematski prikaz prijelaza topline kroz slojeve odjeće [10]

Istraživanjima je dokazano da se otprilike 20 % radijacijske infracrvene energije smanji pri prolasku kroz sloj tkanine, 10 % ulazne energije je reflektirano od površine tkanine, a ostatak 70 – 75 % apsorbira tkanina koja se zagrijava kondukcijom apsorbirane energije iz njezine strukture. Svaki sloj tkanine u odjevnom sustavu odijeljen je od sljedećeg susjednog sloja sa zrakom, pri čemu se ukupna energija smanjuje prema koži. Ako navedeni slojevi tkanine dolaze u međusobni kontakt, toplina prelazi sa sloja na sloj kondukcijom.

Laminati su višeslojne konstrukcije koje mogu u potpunosti biti izrađene od tekstilnih materijala ili pak u kombinaciji s ne tekstilnim slojevima. Pri izradi treba poštivati funkcionalnost dizajna koji mora odgovarati zahtjevima nošenja, uporabe i udobnosti [21].

Zaštitna odjeća izrađena od 2-slojnih i 3-slojnih laminiranih tekstilnih materijala najčešće je vjetronepropusna i vodonepropusna s vanjske strane, a istodobno paropropusna za znoj (propusnost iznutra prema vani) i stvara ugođaj topline pri vlažnom i vjetrovitom vremenu. Na taj je način neometano odvođenje vodene pare (znoja) čak i kod velikih tjelesnih napora, uz ugodnu mikroklimu i 2,5 puta veću sposobnost očuvanja tjelesne temperature. Takav materijal se naziva "materijal ili odjeća koja diše". Svi šavovi na ovoj odjeći su termički

zavareni što isključuje mogućnost prokišnjavanja. Neki od 2-slojnih i 3-slojnih laminiranih tekstilnih materijala su Goretex, Sympatex, Windstopper, Polartes itd. Vatrootporni tretirani materijali su materijali celuloznog porijekla (npr. pamuk i viskoza) koji se ovisno o tehnici proizvođača tretiraju posebnim postupcima kako bi se postigla otpornost na određene temperature i vrijeme izloženosti u specifičnim uvjetima. Takva vrsta odjeće ukoliko se njeguje i održava u skladu s uputama proizvođača zadržat će svoje karakteristike tijekom cijelog očekivanog vijeka trajanja.

Inherentno vatrootporni materijali su materijali sintetičkog porijekla čije su osobine definirane kemijskim sastavom a čija se osnovna svojstva zadržavaju kroz čitavi predviđeni vijek trajanja i s vremenom se neće smanjivati. Čvrstoća i otpornost na abraziju je posebno naglašena kod inherentno vatrootpornih materijala u odnosu na prirodno tretirane materijale.

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

Toplinska zaštita u uvjetima visoke razine radijacijske topline postiže se na načina 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 [21] (slika 13).



Slika 13. Primjer zaštitnog odijela za zaštitu od visokih temperatura refleksijom toplinskog zračenja [5]

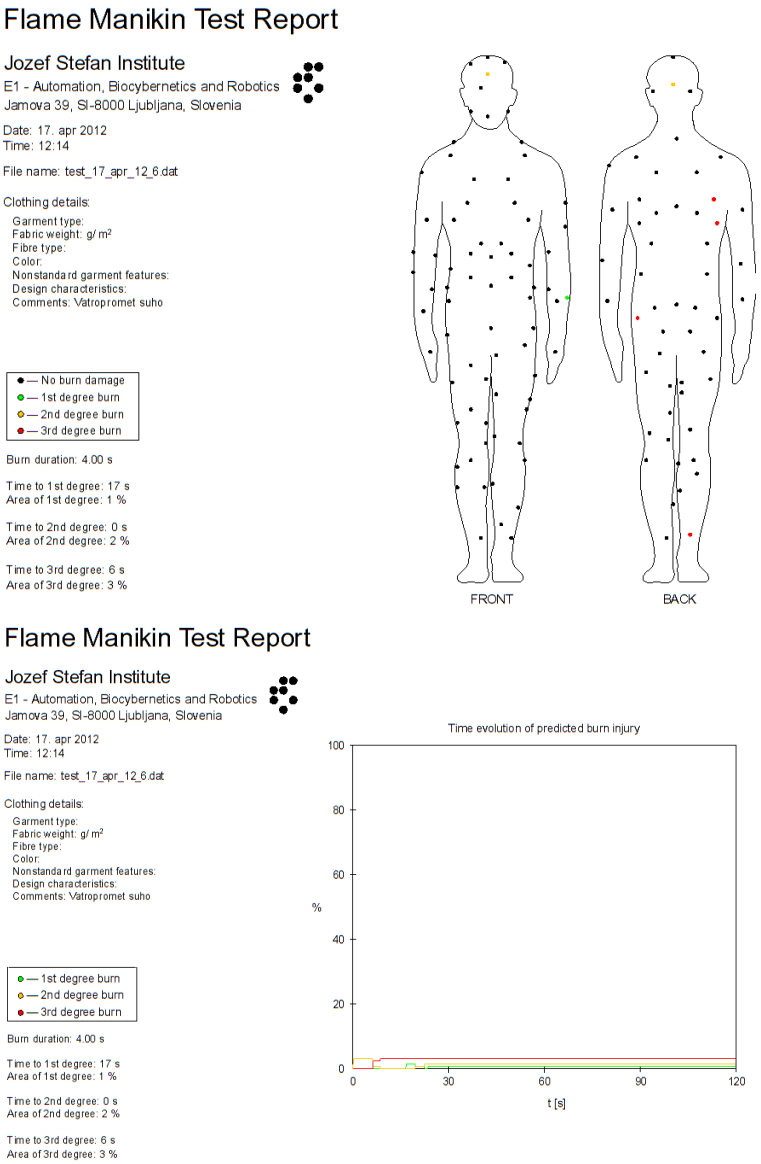
2.7. Testiranje odjevnih sustava namijenjenih zaštiti od topline i plamena

Ispitivanje zapaljivih svojstava tekstilnih materijala provodi se testiranjem slojeva odjeće u laboratoriju, no takvim se načinom ne dobivaju odgovarajuće informacije. Preporučljivo je testiranje uporabom požarne lutke gdje je moguće simulirati eksploziju vatre [13]. Glavni dio sustava za testiranje protupožarne zaštite odjevnih sustava je požarna lutka koja se nalazi u zatvorenom prostoru (slika 14).



Slika 14 Požarna lutka [13]

Požarna lutka opremljena je sa 128 senzora temperature razmještenih po njezinoj površini. Senzori su povezani sa računalom, a oponašaju reakciju čovjekove kože na promjenu temperature. Sustav za simulaciju eksplozivne vatre sastavljen je od 8 do 12 plinskih plamenika koji se nalaze uokolo požarne lutke pomoću kojih se postiže temperatura do 1000°C.Vrijeme izlaganja je 4 do 25 s. Prije svakog testa potrebno je provesti umjeravanje gdje je gola lutka izložena djelovanju eksplozivne vatre 3 do 4 sekunde. Za svaki senzor temperature izračunava se toplinski tok. S obzirom na to, plamenici moraju biti postavljeni na odgovarajući način da uvijek daju vrijednosti toplinskog toka oko 80 kW/m^2 (2 cal cm^{-2} s^{-1}). Podaci koje daje senzor prikupljaju se i prikazuju pomoću programskog rješenja Labview, a cijeli sustav kontrolira jedinica Mitsubishi Programmable Logic Controller (PLC) Računalni program može 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 (slika 15) [22].



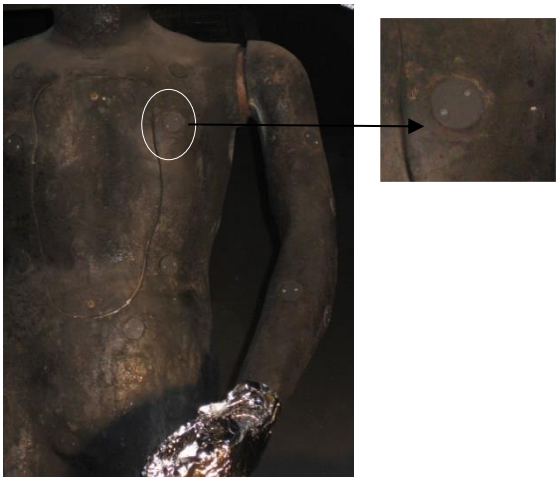
Slika 15 Izvješće ispitivanja na požarnoj lutki [10]

Mjerenja se bilježe svakih 0,5 s. Svaki test ujedno kontrolira i operater. Oko 30 sekundi prije svakog testa ventilira se prostor oko lutke kako bi se napunio svježim zrakom. Nakon toga najprije se uključi sigurnosni plamenik da bi se provjerilo paljenje i plinski sustav. Eksplozivna vatra (“flashfire”) postiže se gorenjem glavnih plamenika od 2 do 10 sekundi, ovisno o trajanju testa i odjevnog sustava koji se testira. Isključivanjem plamenika vatra se ugasi i do završetka testa pričeka se 120 sekundi kada se uključuje ventilator za brže prozračivanje prostora za testiranje [13].

Najpoznatije požarne lutke su Thermo – man iz DuPonta, Pyro – Man iz North CarolinaState University, požarna lutka iz University of Alberta, požarna lutka Žiga iz Inštituta Jožef Štefan, Slovenija (slika 16 i 17) [23].



Slika 16 Požarna lutka Žiga razvijena na institutu Jožef Štefan, Slovenija [10]



Slika 17 Prikaz senzora na tijelu požarne lutke [24]

Iako je izgled površinskih opeklina često ružan, takve opekline lako zacjeljuju bez nastanka vidljivih ožiljaka [25]. Od nastanka površinskih opeklina štiti bilo kakva odjeća [26]. Teže opekline su povezane s prianjanjem odjeće na kožu.

2.8. Njega i održavanje odjevnih sustava namijenjenih zaštiti od topline i plamena

Zaštitnu odjeću treba pažljivo održavati i prati odnosno čistiti, pri čemu se treba pridržavati uputstva proizvođača. Odjeću koja pruža zaštitu od topline i plamena trebalo bi sušiti obješenu na toplome zraku. Na vijek trajanja zaštitne odjeće utječe nekoliko čimbenika, to su [16]: tkanina, vrsta veza, koliko se često nosi odjevni predmet, broj i vrste popravaka koji su izvedeni na odjeći, procedura čišćenja, način i tip rada koji obavlja korisnik, broj i oblik pojačanja u području očekivanih naprezanja, izloženost ekstremnoj toplini, opasnim kemikalijama i ultravioletnom zračenju. Po isteku predviđenog vijeka trajanja ili nakon oštećenja kemijska zaštitna odjeća odlaže se u skladu s uputama proizvođača na kontrolirani deponij [5], dijelovi opreme, za koje nije utvrđen rok uporabe, te osobna i zajednička zaštitna oprema dobrovoljnih vatrogasaca zamjenjuje se nakon dotrajalosti. Popis dijelova osobne i zajedničke zaštitne opreme s naznakom roka uporabe prikazan je u tablici 2.

Tablica 2 Rok uporabe osobne i zajedničke zaštitne opreme [27]

Proizvod	Komada	Rok trajanja (godina)
ZAŠTITNO INTERVENCIJSKO ODIJELO	1	5
ZAŠTITNA ODJEĆA ZA ŠUMSKI POŽAR	1	2
ZAŠTITNE ČIZME	1	2
ZAŠTITNE RUKAVICE	1	1
ZAŠTITNA KACIGA	1	8
ZAŠT. MASKA SA SAMOSTALNIM UREĐAJEM ZA DISANJE ILI FILTEROM	1	5
POJASEVI ZA ZAŠTITU OD PADA, ZA POZICIONIRANJE I RAD NA VISINI	1	5
PRIBOR ZA POJASEVE	1	5
POTKAPA	1	2

Njega specijalne zaštitne odjeće kao što je ona izrađena od GoreTexa obuhvaća [21]:

- sortiranje – prema boji, materijalima, nečistoćama, simbolima za njegu i dr.
- predetaširanje – ručno se obrađuje mjesto koje je uprljano nečistoćama kao npr. čađom, talozima od izgaranja, raznim plinovima, uljima, masnoćama, gorivima, kiselinama, lužinama, mulj od produkta gorenja, zemljom te različitim tvarima, krvlju itd. U ovoj fazi treba dobro pripaziti na džepove, treba ih isprazniti i dobro iščetkati.
- strojno čišćenje – može biti suho ili u mokroj kupelji bez dodavanja omekšivača
- naknadna detašura – ako je neophodno da se detašira potrebno je to napraviti uz minimalnu količinu sredstva za detaširanje
- naknadno impregniranje – provodi se iz kupelji i prskanjem. Koristi se parafinska i fluorokarbonska sredstva za oplemenjivanje. Za odjeću tipa GoreTex i Sympatex nije preporučljivo koristiti sredstva na bazi parafina, jer sljepljuju membranu.

2.9. Interventna zaštitna odjeća za vatrogasce

Vatrogasci se tijekom rada susreću s mnogobrojnim opasnostima, stoga je važno da im njihova osobna zaštitna oprema pruža siguran rad. Interventna vatrogasna odora (osobna zaštitna oprema) (slika 18) sastoji se od: hlača, bluze, jakne, rukavica za zaštitu od toplinskog isijavanja, kožnih zaštitnih čizama s ojačanim potplatom, zaštitnog opasača tipa „A“ s priborom, zaštitne vatrogasne kacige i zaštitne maske. Dodatna skupna zaštitna oprema (odijela za zaštitu od topline, odijela za zaštitu od agresivnih tvari, odijela za RKB-zaštitu, penjačko uže, izolacijski aparati za zaštitu dišnih organa, dozimetri i detektori te pribor za dekontaminaciju) koristi se ako se vatrogasna intervencija ne može obaviti s postojećom osobnom vatrogasnom opremom [10].



Slika 18 Interventna zaštitna odjeća različitih proizvođača: Bristol; Rosenbauer, Taiwan K.K.Corp., Hemco [10]

Interventna zaštitna odjeća za vatrogasce najčešće je višeslojna, svaki sloj je izrađen od drugog materijala i može imati dodatke kao što su refleksne trake, vezice, patentni zatvarači, specijalne oznake i drugo. Odjeća mora biti vidljiva u mraku, stoga je opremljena trakama koje imaju fluorescentna i retroreflektivna svojstva. One su pozicionirane na ramenima, rubovima hlača i jakne, te na rubovima rukava [15].

Zaštitna jakna je standardnog kroja i oblika, pretežno duga do koljena, a zakopčava se do vrata. Zaštitne jakne su izrađene s dodatnim ojačanjima na laktovima i ramenima (tkanina od PU ili meta- i para-armidnih vlakana), te se širina rukava regulira pomoću čičak trake (koja isto tako mora biti negoriva). Glavni dijelovi zaštitne jakne su prikazani na primjeru Bristolove zaštitne jakne (slika 19), to su: ovratnik za zaštitu od plamena koji se na prednjoj strani zatvara sa 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 sa izdankom za lako otvaranje (12).



Slika 19 Zaštitna jakna marke Bristol [28]

Preklop na prednjoj sredini jakne štiti od zagrijavanja elemente za kopčanje (gumbi, zatvarači) koji pod ekstremno visokim temperaturama mogu stvoriti opekline na ljudskom tijelu. Džepovi na prednjem dijelu ne smiju biti voluminozni jer u tom slučaju mogu prilikom brzih intervencija sputavati kretanje zapinjanjem za okolne predmete.

Zaštitne hlače (slika 20) imaju elastične podesive naramenice, elastičnu traku za podešavanje opsega struka, patentni zatvarač s pokrovom na čičak traku, bočne džepove s poklopcima, dodatna pojačanja na koljenima, bočnim stranama i rubovima nogavica od tkanina s PU i para-aramidnim vlaknima, zamjenjive uloške ispod zaštite za koljena i reflektirajuće 3M trake oko nogavica hlača. Šavovi na jaknama i hlačama posebno su zaštićeni od prodora vode i izrađeni su od nezapaljive PU membrane prevučene aramidom.



Slika 20 Zaštitne hlače [29]

Područje koljena na hlačama se mora dodatno zaštiti jer se prilikom kretanja kroz vatrom zahvaćenim područjima često mora puzati. Uz navedeno pojačanje također valja voditi računa da je kretanje kroz takva područja često otežano i da se nogavice hlača mogu podizati kako bi se spriječilo djelovanje vode, vatre i pepela, na unutarnjem dijelu nogavica ubacuje se suženi dio nogavice koji se još dodatno može prilagoditi opsegu noge. Kako je vanjski sloj vatrogasne odore vatro i vodoodbojan, treba voditi računa da nema mnogo manjih krojnih dijelova jer se njihovim spajanjem oštećuje materijal, stoga je unutarnji dio nogavice hlača konstruiran tako da se našiva ispod pojačanja na koljenu.

Nakon intervencije opasne tvari se apsorbiraju u odori, ili se odora zaprlja. Stoga se nakon intervencije odora mora skinuti i detaljno očistiti. Osobna higijena je izuzetno važna, treba se odmah otuširati, a ako to nije moguće, onda barem detaljno oprati ruke i lice.

2.10. Ostala oprema vatrogasaca

Ostala oprema vatrogasaca obuhvaća potkapu (a), kacigu (b), rukavice (c), čizme (d), zaštitnu masku (e) i aparate za zaštitu dišnih organa (f), slika 21.



a) b)

c) d)

e) f)

Slika 21 Ostala oprema vatrogasaca [10]

Potkapa se nosi ispod kacige i izrađena je od Nomex® vlakana površinske mase 180 g/m². Potkapa može prekrivati usta i ima dodatnu zaštitu za cijeli vrat.

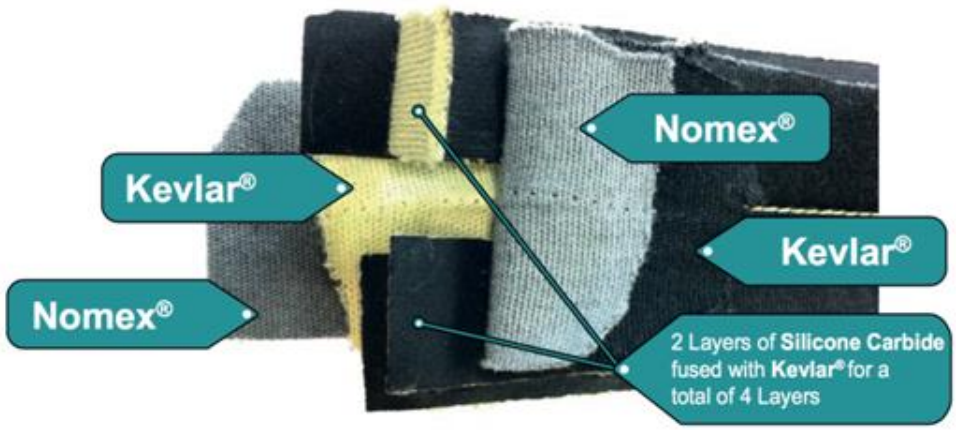
Vatrogasna kaciga štiti glavu vatrogasca u akcidentnim situacijama, kod toplotnog zračenja i plamena, niskih temperatura i električne energije. Ona štiti vatrogasca od mehaničkih ozljeda koje nastaju zbog pada ili udarca nekog predmeta. Vatrogasna kaciga treba imati

ergonomski dizajn, štitnik za lice – vizir, vijak za podešavanje, mogućnost mijenjanja i postavljanja štitnika za vrat i ramena za bradu, zadovoljena sigurnost prema normama, unutrašnjost od Nomex® materijala koji omogućava brzo sušenje i mogućnost ugradnje dodatne opreme- svjetiljki, IC kamera, radiostanice, maske za izolacijski aparat [10].

Rukavice (slika 22) sprječavaju ozljede ruku. Zaštitne rukavice moraju imati sljedeće karakteristike:

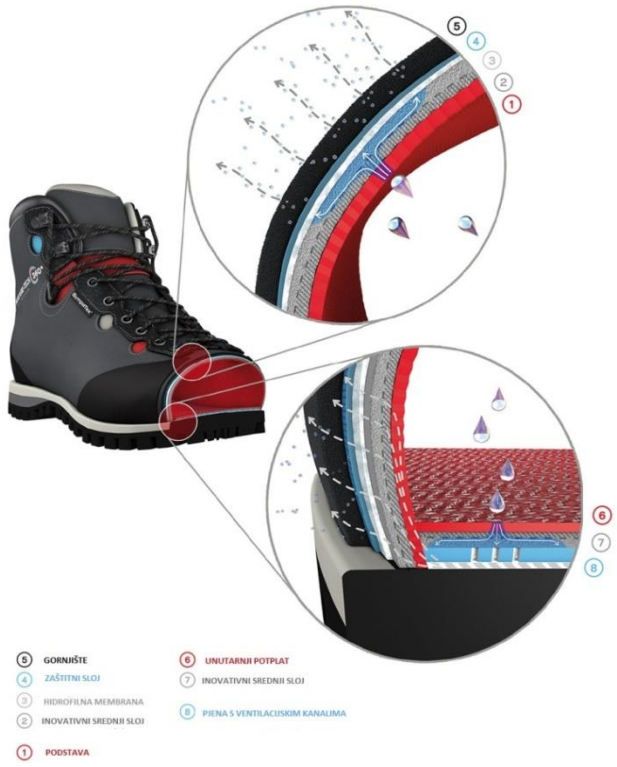
- ergonomski dizajn,
- otpornost na abraziju, rezanje i sl.,
- dobro prianjanje na mokrim i suhim podlogama,
- vodonepropusnost i
- dobar osjet opipa za korisnika.

Vanjski dio rukavice napravljen je od materijala Nomex® s Kevlarom® koji je otporan na rezanje i toplinu, te nije ušiven već je postavljen s gornje strane. Dlanovni dio rukavice napravljen je od silikonom podstavljenog Nomexa® / Kevlara®. Rukavice moraju biti zrakopropusne i vodonepropusne. Neke od karakteristika su: mogućnost fleksibilnog namještanja zgloba, imaju podesivi Velcro zatvarač, PU štitnike na gornjem dijelu rukavice, rukavi su označeni sa 3M žutom/srebrnom/ žutom trakom, a vanjski materijal rukava i zaštitnici s reflektirajućim 3M Scotchliter materijalom, kukicu i oko za spajanje, te moraju zadovoljavati normu HRN EN 659:2008 (Zaštitne rukavice za vatrogasce).



Slika 22 Materijali za izradu vatrogasnih rukavica [30]

Vatrogasne čizme (slika 23) imaju ugrađenu Sympatex membranu te su napravljene od kože otporne na vodu. Višeslojna konstrukcija potplata sa zračnim jastucima služi za zaštitu od topline i hladnoće. Za izradu đona koristi se antistatička nitrilna guma dvostruke gustoće koja je otporna na ulja i toplinu. Središnji (laminatni) dio đona izrađen je od tekstila te je otporan na perforaciju. Čelični umeci na u potplatu, kao i čelična kapica u području prstiju štite nogu od ozljeda. Pojačana konstrukcija u području pete pruža stabilnost, reflektirajuće trake na rubovima omogućuju dobru uočljivost u mraku, a tzv. comfort zona u području vezanja omogućuje dugotrajno korištenje čizme bez zamora.



Slika 23 Vatrogasne čizme [29]

Postoje dva načina vezanja vatrogasnih čizmi: kombinacija vezanja i brzog patent zatvarača (slika 24) i vezanje Boa sistemom (slika 25). Kombinacija čizme na vezanje i brzog patent zatvarača (slika 24) pokazala se u primjeni kao izvrsno rješenje. Zahvaljujući svom jedinstvenom sustavu vezanja čizma se zaveže na odgovarajuću veličinu, vatrogasac je u sekundi spreman za rad. Vezica se provlači sa stražnje strane zatvarača kroz dvije najniže rupice na čizmi. Zatim se dva kraja vezice provlače kroz D prsten na dnu čizme. Jedan kraj vezice se provlači desnom stranom čizme kroz sve rupice, a drugi kraj lijevom stranom

čizme. Kraj uzice bi trebao proći kroz najgornju rupicu čizme i izaći sa stražnje strane zatvarača. Zatim je potrebno otpustiti zatvarač, navući čizmu te zatvoriti zatvarač. Vezica se nategne sve do vrha zatvarača tako da je praznina između zatvarača i čizme minimalna. Nakon toga se vezica zaveže normalnim postupkom [31].

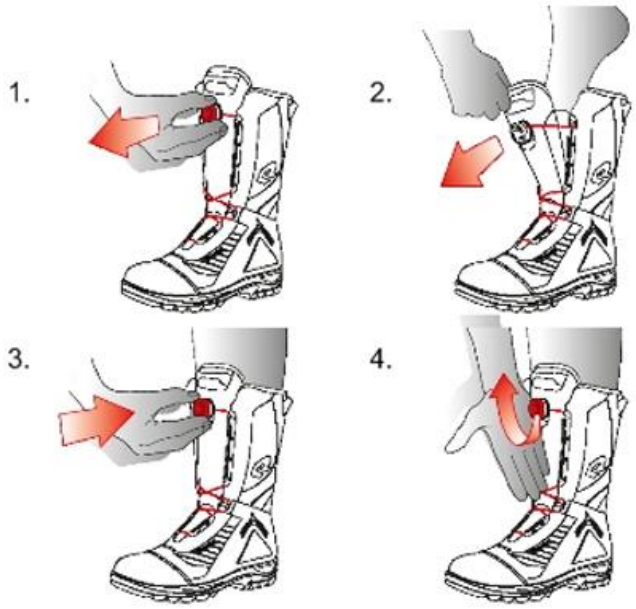


Slika 24 Kombinacija čizme na vezanje i brzog patent zatvarača [32]

Kod Boa sistema okretanjem kotača zatežu se vezice i čizma se ravnomjerno prilagođava svakom tipu noge. Skidanje čizme je još i lakše – samo se otpusti kotač i noga se može izvući van. Čizma savršeno pristaje obliku noge, što znači da produženi rad i boravak mogu biti udobni koliko je to moguće. Čizme moraju zadovoljavati standard HRN EN 15090:2007 (Obuća za vatrogasce) [9].



Slika 25 Vatrogasne čizme sa Boa sistemom [33]



Slika 26 Vezanje vatrogasne čizme Boa sistemom [28]

Zaštitna maska se koristi u kombinaciji s respiratornim zaštitnim filterima, s aparatima za disanje sa svježim zrakom, zračnim sustavima i respiratorima za pročišćavanje zraka s napajanjem. Zaštitna maska je izrađena od prirodne gume koja prianja na kožu i otporna je na trošenje. Zaštitna maska se sastoji od akrilnog vizira koji treba biti otporan na ogrebotine, ne smije se zamagljivati, no treba pružati široko vidno polje.

Aparati za zaštitu dišnih organa osiguravaju dovoljnu količinu čistog zraka za rad i život na određenom mjestu i u ograničenom vremenu. Koriste se za zaštitu od udisanja štetnih plinova iz atmosfere. Aparati za zaštitu dišnih organa dijele se na [30]:

- aparate za filtriranje,
- crijevne aparate s dovodom čistog zraka,
- izolacijske aparate sa spremištem zraka i
- regeneracijske aparate s komprimiranim ili tekućim kisikom.

Sa punom opremom vatrogasac na sebi nosi oko 27 kg (slika 25).



Slika 27 Vatrogasna oprema [34]

2.11. Inteligentna vatrogasna odjeća

Termin inteligentna odjeća počinje se rabiti 2000. godine. Ugrađeni elektronički sustavi i njihova povezanost u odjeći pokazuju načelna svojstva inteligentnog ponašanja.

Da bi odjevni predmet poprimio atribute inteligentne odjeće mora imati [35]:

1. senzorsku skupinu za mjerenje i ulaz informacija, koja prikuplja ulazne informacije,
2. obradbenu jedinicu za interpretaciju ulaznih informacija i donošenje odluke (mikroprocesori, mikroračunala ili mikrokontroleri s pripadajućim programima) i
3. izlazno-izvršnu (aktuatorsku) jedinicu koja će izvoditi prilagodbu odjevnog predmeta i davati izlazne informacije.

Inteligentna odjeća je tehnički vrlo složena i zahtjeva brojna tehnička i tehnološka znanja. Odlikuje je ugradnja, skladan rad i međusobna povezanost mnogih elektroničkih elemenata, uređaja i sklopova. Inteligentna odjeća je najsloženija vrsta i predstavlja najviši dosadašnji stadij razvoja odjeće. Pametna i inteligentna odjeća nastaju sinergijom računala, elektroničkih i digitalnih komponenata i tekstilnih materijala. U posljednje vrijeme privlače izuzetnu pozornost diljem svijeta jer mogu imati veoma važan učinak na ljudski život.

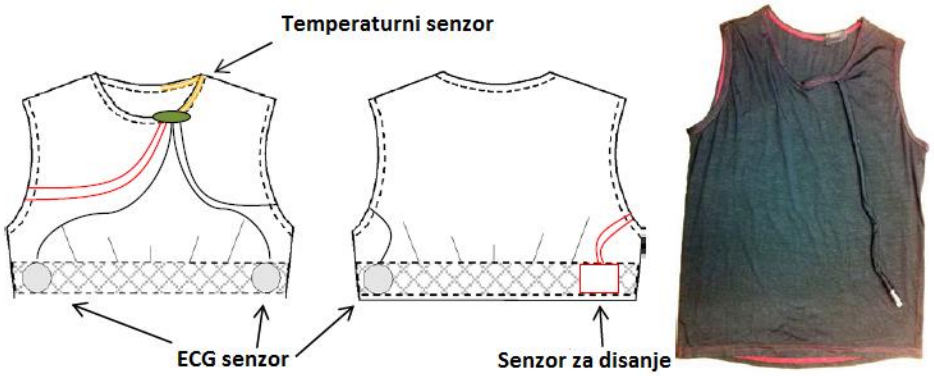
Inteligentna odjeća ima sposobnost da detektira vanjski utjecaj i odgovori na njega. Nekolicina inteligentne odjeće se koristi za mjerenje vitalnih znakova kao što su: puls, EKG, disanje, temperatura tijela, znojenje itd. Niederrhein sveučilište primijenjenih znanosti (Njemačka) je razvilo tekstilne EKG elektrode za vatrogasce na dužnosti. Te elektrode se mogu prati, te su pouzdane tijekom ekstremnih pokreta. Izmjereni vitalni znakovi se mogu prenijeti putem radija u realnom vremenu do kontrolne stanice gdje se spremaju i ocjenjuju. Za ovaj dio je odgovorna tvrtka ISIS IC GmbH, Wesel. Cijeli senzorski sustav se nakon toga integrira u postojeću osobnu zaštitnu odjeću za vatrogasce, tako da se ne smanji udobnost. Ovaj dio obavlja tvrtka AlwitGmbH, Emmerich-Elten [36].

U gorućim zgradama vatrogasci ne riskiraju život samo u doticaju s otvorenim plamenom. Veliki broj smrtonosnih nesreća nastaje zbog pretjeranog umora ili pregrijavanja i nemogućnosti da se vatrogasci spase na vrijeme, pogotovo u dimom ispunjenim sobama sa značajno smanjenim vidnim poljem.

Za razvoj senzorske majice prvo se moraju postaviti različiti senzori, kao što su senzori za mjerenje EKG-a, disanje i temperaturu tijela (slika 28). Odluka o idealnom mjestu za smještaj senzora bazira se na pouzdanosti kontakta kože sa uskom odjećom, što se utvrđuje izvođenjem nekih pokreta kao što su pokreti tijekom trčanja, rotiranje gornjeg dijela tijela koristeći sjekiru, povlačenje cijevi za vodu itd. Utvrđene pozicije za tri različita senzora prikazane su na slici 29. Senzori su u potpunosti integrirani na naličju majice, dok je vanjski dio majice normalne duljine i ne uključuje vidljive senzorne dijelove [36].



Slika 28 Slika temperaturnog senzora sa tekstilnom podstavom (lijevi dio slike) i dvije EKG elektrode (desni dio slike) [36]



Slika 29 Pozicije senzora: EKG (crna), senzor za disanje (crvena), senzor temperature unutar majice (žuta) i točka spajanja (zelena) za prijenos podataka do jakne (lijevi dio slike), fotografija vanjskog dijela majice (desni dio slike) [36]

Veza između senzorne majice i vatrogasne jakne dobiva se sa kružnim priključkom koji ima plastično kućište. Ovaj materijal je odabran kako bi se izbjegla nepotrebna težina. Okrugli oblik sprječava vatrogasce od ranjavanja. Takav priključak je prikazan na slici 30.



Slika 30 Okrugli priključak [36]

U SAD-u u tvrtci Well Globe Manufacturing je dizajnirana WASP (engl. Wearable Advanced Sensor Platform) majica u koju je ugrađen biosenzor za vatrogasce, a dostupna je od 2013. godine. Ta majica čini bežični protupožarni sustav praćenja koji mjeri lokaciju i kontrolira fiziološki sustav vatrogasca. WASP majica (slika 31) je odjevni predmet koji se nosi uz tijelo, te prati fiziološke parametre ljudskog tijela i služi za prikupljanje podataka o vatrogascu u stvarnom vremenu [37]. Posebno je namijenjena za mjerenje stresa kojem se vatrogasac izlaže tijekom dužnosti, s ciljem da se smanji smrtnost. Srčani udar je jedan od glavnih uzroka smrtnih slučajeva vatrogasaca na terenu. WASP prati otkucaje srca, disanje, razinu aktivnosti i držanje. Senzori se postavljaju na podesive BioHarness 3 trake unutar

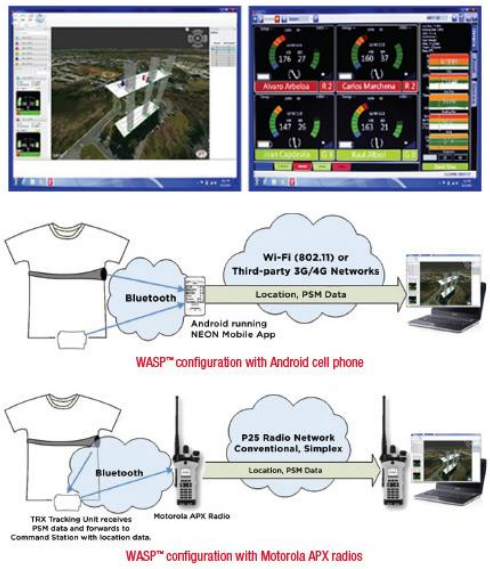
nezapaljive majice koja upija vlagu i brzo se suši. Tkanina je izrađena od modakrilnih, viskoznih, para – aramidnih i spandex vlakana [38].



Slika 31 WASP majica [37]

Senzori su postavljeni na podesivom remenu ugrađenom unutar nezapaljive majice. TRX jedinica je veličine špila karata, te se nosi na remenu u struku i šalje podatke o lokaciji GPS uređaju. ZephyrBioHarness 3 elektronički modul je malen, odvojiv i sigurno pričvršćen izvan WASP majice. Sustav prati rad srca, promjenjivost otkucaja srca, disanje, razinu aktivnosti i druge fiziološke čimbenike. Majica je udobna za nošenje, izdržljiva, te se može više puta prati [38].

WASP majica prenosi podatke o stvarnom vremenu preko Motorola APX radio predajnika, Android mobitela ili WI-FI mreže (slika 32).



Slika 32 Način rada WASP™ majice s Android mobilnim telefonom i s Motorola APX radio (primo)predajnikom [38]

Znanstvenici sa sveučilišta Dublin City razvili su inteligentnu odjeću za vatrogasce sa senzorima utkanim u tkaninu. Tehnologija temeljena na uporabi e-odjeće sa nosivim senzorima prati rad srca, otkucaje srca, razinu znoja, stresa i dehidracije, kao i položaj vatrogasca putem GPS-a. Ovakva inteligentna odjeća za vatrogasce ima prednost jer se prikupljaju podataci o korisnicima na terenu, njihovoj lokaciji čime se povećava sigurnost pri spašavanju drugih.

Inovativna uporaba pametne odjeće je vatrogasna jakna s integriranom tehnologijom termalnog senzora (engl. Thermal Sensor Technology – TST) izravno u tkaninu. Ova vrsta jakne je napravljena u tvrtci Viking.

Razlika između boli i opeklina drugog stupnja je porast temperature za 12°C. Integriranjem tehnologije toplinskih senzora izravno u tkaninu, daje prednost za vizualno označavanje kritične razine topline na tijelu vatrogasca, prije nego što bude prekasno. Toplinski senzori integrirani su u unutarnji i vanjski sloj, kako bi pratili vanjsku temperaturu, te unutarnju temperaturu tijela. Senzori su vezani za dva LED zaslona, jedan na stražnjoj strani (slika 33), a jedan na rukavu (slika 33). LED zaslon na gornjem lijevom ramenu vidljiv je drugim vatrogascima te im pokazuje potencijalno kritičnu situaciju. LED displej na rukavu dolje, pokazuje opću razinu topline unutar i izvan jakne. Mali otvor u unutrašnjosti podstave jakne sadrži bateriju, te kontrolni čip koji izračunava temperaturu i aktivira LED zaslone. Senzori su pohranjeni u fleksibilnim vodootpornim zaštitnim plastikama, koje štite od tekućina [39].



Slika 33 Vatrogasna jakna sa integriranom tehnologijom termalnih senzora [39]

Kad vanjska temperatura dosegne oko 250°C vanjski krug na zaslonu počinje polako treptati. Na 350°C zaslon treperi brzo. Kada je temperatura unutar zaštitne jakne dosegla do 50°C crta na zaslonu počne polako treperiti, kad dosegne 67°C zaslon treperi brzo, jer kad unutar zaštitne jakne temperatura dosegne 79°C situacija je kritična [39].

Mikroelektronika je izdržljiva te može izdržati do 25 ciklusa pranja. Jedina stvar koju treba napraviti prije čišćenja je izvaditi bateriju iz džepa i mikročip. Dodatno održavanje nije potrebno, osim što bateriju povremeno treba promijeniti.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

U okviru eksperimentalnog dijela provedena su istraživanja stanja zaštitne odjeće u vatrogasnim postrojbama u Republici Hrvatskoj putem web ankete. U nastavku poglavlja opisana je metoda anketiranja, te prednosti i nedostaci provođenja anketnih upitnika. Navedene su i opisane vrste pitanja koja se koriste u anketama, kao i njihove prednosti i nedostaci. Temeljem provedene ankete i prikupljenih podataka, napravljena je analiza rezultata i izvedeni su zaključci provedene ankete.

3.1. Web ankete

Metoda anketiranja je postupak kojim se na temelju anketnog upitnika istražuju i prikupljaju podaci, informacije, stavovi i mišljenja o predmetu istraživanja. Anketa je poseban oblik ne eksperimentalnog istraživanja koje kao osnovni izvor podataka koristi osobni iskaz o mišljenjima, uvjerenjima, stavovima i ponašanju, pribavljen odgovarajućim nizom standardiziranih pitanja [40]. Anketa je posebna metoda za prikupljanje podataka i informacija o stavovima i mišljenjima ispitanika. U širem smislu anketa je svako prikupljanje podataka i informacija uz pomoć postavljenih pitanja. Potrebno je naglasiti da u znanstvenom istraživanju, anketa nije samo postavljanje pitanja i na njih traženje odgovora, već je anketa, prije svega, postavljanje određenih pitanja određenoj i odabranoj vrsti i broju ljudi, na točno isplaniran način sa svrhom i ciljem, a cilj je dobiti što više istinitih odgovora, odnosno podataka i informacija o predmetu istraživanja.

Web ankete:

- mogu sadržavati složena logična pitanja,
- može se postići poseban nivo interakcije s ispitanikom,
- postoje brojne komercijalne, ali i besplatne aplikacije za generaliziranje složenih anketnih upitnika.

Anketa ima više prednosti, kao što su [41]:

1. Pomoću anketa mogu se saznati podaci i informacije o doživljaju. Ponašanje čovjeka ne može se objasniti samo pomoću podražaja i reakcija, jer ono ovisi o velikom broju čimbenika koji se nalaze u organizmu, kao što su sposobnosti, stavovi, emocije,

mišljenja, karakter, pogledi na određene stvari, pojave i događaje. Do ovakvih i sličnih spoznaja može se doći anketom.

2. Pomoću anketa mogu se saznati podaci i informacije o prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Dok se kod opažanja mogu prikupiti podaci i informacije o onome što je nazočno u trenutku opažanja, anketom se mogu pitati ispitanici o pojavama iz prošlosti o kojima nije ostao nikakav trag osim u sjećanju ljudi. Isto tako, mogu se ispitati sadašnji stavovi i mišljenje, ali i planovi za budućnost.
3. Anketa je, u pravilu, ekonomična. Pomoću ankete može se u kratkom vremenu doći do velikog broja podataka i informacija, a čime se istovremeno smanjuju troškovi istraživanja.

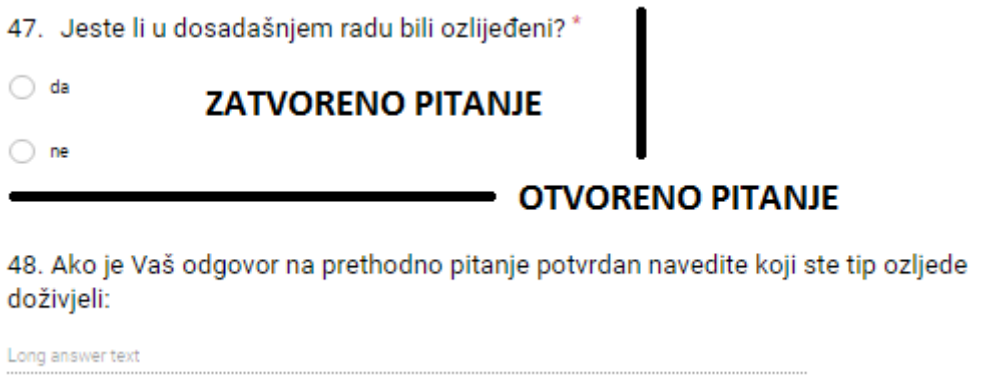
Nedostaci anketa ili poteškoće u pribavljanju podataka i informacija pomoću anketa su sljedeći [42]:

1. Epistemološke poteškoće. Takve poteškoće nastaju zbog različitog stupnja obrazovanja i pismenosti ispitanika, tj. stručnosti ispitanika, pri čemu su jedni stručniji od drugih i čiji odgovori zbog toga ne mogu imati jednaku vrijednost, a ravnopravno čine statističku masu koja predstavlja osnovu za anketno istraživanje. Stručnost ispitanika direktno utječe na točnost i iskrenost njihovih odgovora.
2. Psihološke poteškoće. Takve poteškoće nastaju zbog toga što je anketu vrlo teško prilagoditi svim ispitanicima. Nekima ista anketa može biti vrlo teška, a drugima prelagana. Zbog toga anketu treba prilagoditi najnižem nivou ispitanika kako bi bili sigurni da će ih svi razumjeti.
3. Društvene poteškoće. Takve se poteškoće utemeljuju na tendenciji da ispitanici ne odgovaraju ono što stvarno misle, već daju odgovore koji su u skladu sa društvenim vrijednostima, pa se zbog toga dobivaju rezultati koji su u pravilu pozitivniji od stvarnog stanja. Ako se o tome ne vodi računa, dobivaju se nerealni, neobjektivni i pogrešni podaci i informacije. To je razlog da treba omogućiti ispitanicima da bez straha od odgovornosti daju odgovor i kada on nije u skladu sa društvenim vrijednostima. To se uspješno postiže anonimnom anketom i indirektnim pitanjima.

Prema svom obliku, postoje dvije skupine pitanja (slika 32), i to:

1. Otvorena pitanja. Otvorena su ona pitanja na koja ispitanik daje odgovore svojim riječima, prirodno i spontano, onako kako njemu najviše odgovara. Obično se iza pitanja ostavlja prazan prostor u koji ispitanik upisuje odgovor.

2. Zatvorena pitanja. Zatvorena su ona pitanja kod kojih pored pitanja stoje ponuđeni odgovori. Kod tih pitanja ispitanik odgovara tako da izabere jedan ili više odgovora koji su mu ponuđeni.



Slika 34 Primjer otvorenog i zatvorenog pitanja

Prednosti otvorenih pitanja su:

- lako ih je sastaviti,
- ne usmjeravaju ispitanika na određeni odgovor,
- odgovori na takva pitanja mogu dobro poslužiti za sastavljanje zatvorenih pitanja i
- takva pitanja imaju veću heurističku vrijednost.

Otvorena pitanja imaju i svoje nedostatke, kao npr.:

- ona zahtijevaju solidno obrazovanje i pismenost ispitanika,
- na takva se pitanja dobije malo dobrih odgovora,
- ona imaju malu verifikacijsku vrijednost, jer se sve kategorije ispitanika ne suzdržavaju jednako u davanju odgovora na otvorena pitanja,
- takva pitanja stavljaju pred ispitanika teži zadatak, ali stupanj te težine nije isti za sve ispitanike, pa ta činjenica može različito djelovati na motivaciju ispitanika,
- nije moguće postaviti veći broj pitanja i
- teža je obrada otvorenih pitanja.

Prednosti zatvorenih pitanja su isto što i nedostaci otvorenih.

I zatvorena pitanja imaju svoje nedostatke, a to su:

- takva je pitanja teže sastaviti,
- ispitanik je ograničen u davanju odgovora,

- takva pitanja mogu ispitanike učiniti pasivnim i
- takva pitanja imaju manju heurističku vrijednost.

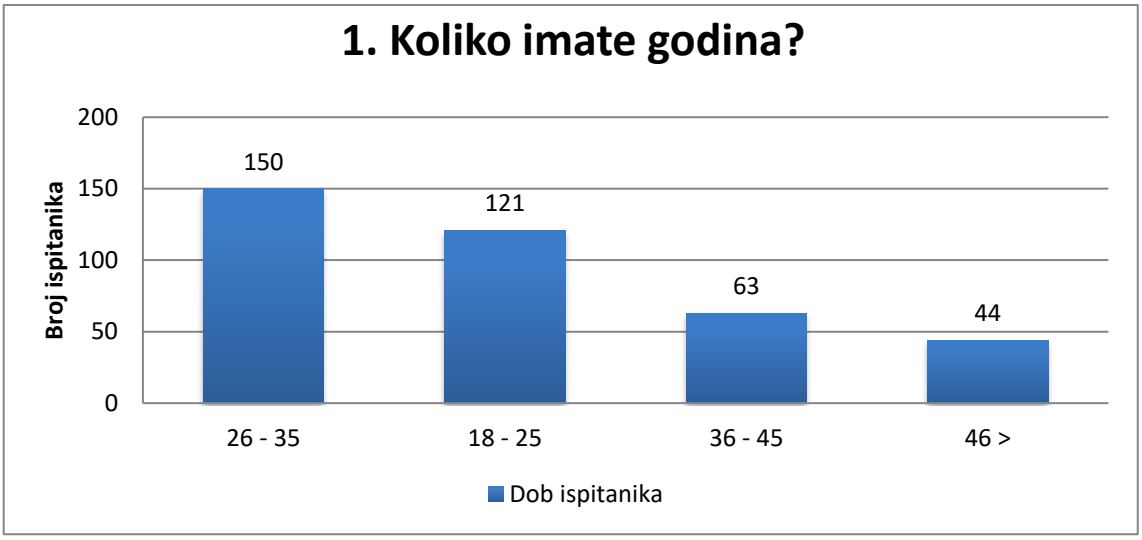
Istraživanje stanja zaštitne odjeće u vatrogasnim postrojbama u Republici Hrvatskoj provedeno je putem anketnog upitnika pomoću online alata Google Docs te je ukupno sakupljeno 378 odgovora. Anketa se sastojala od 54 pitanja. Upitnik je bio dostupan od 15.6.2016. – 8.8.2016 (55 dana) putem linka: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfW1m4IqrdvCRchi1dvubDbY6oZFTTKwEJyKMRknIAKpSemtw/viewform.

Link na kojem je bila postavljena anketa proslijeđen je sa zamolbom svim javnim vatrogasnim postrojbama i dobrovoljnim vatrogasnim društvima u Republici Hrvatskoj putem elektroničke pošte, a njihov popis nalazi se na web stranici: http://www.hvz.hr/clanovi/. Prikupljeni rezultati predstavljaju stavove o korištenju zaštitne odjeće u javnim vatrogasnim postrojbama i dobrovoljnim vatrogasnim društvima u Republici Hrvatskoj.

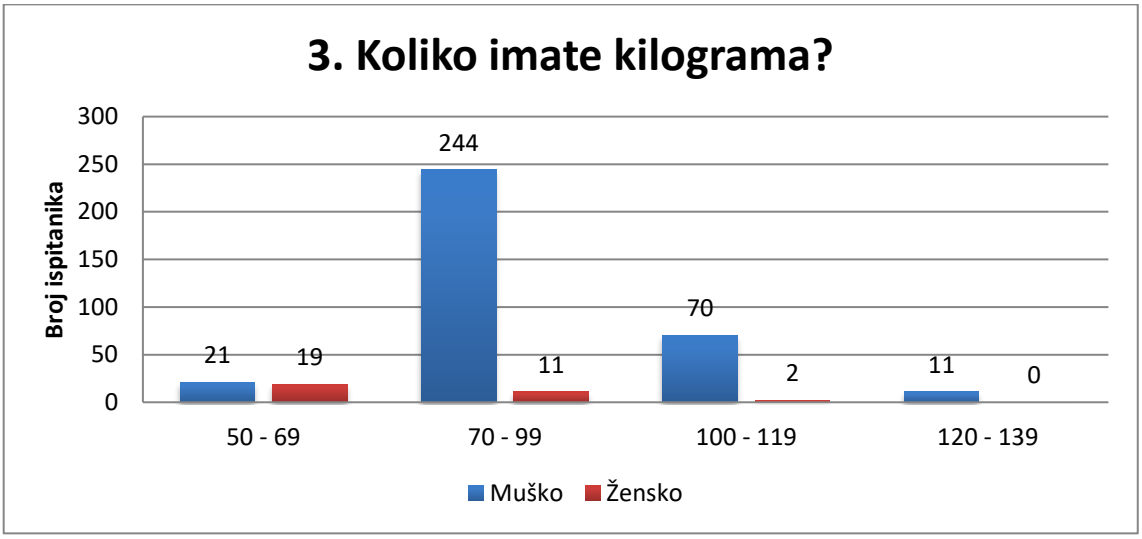
4. REZULTATI

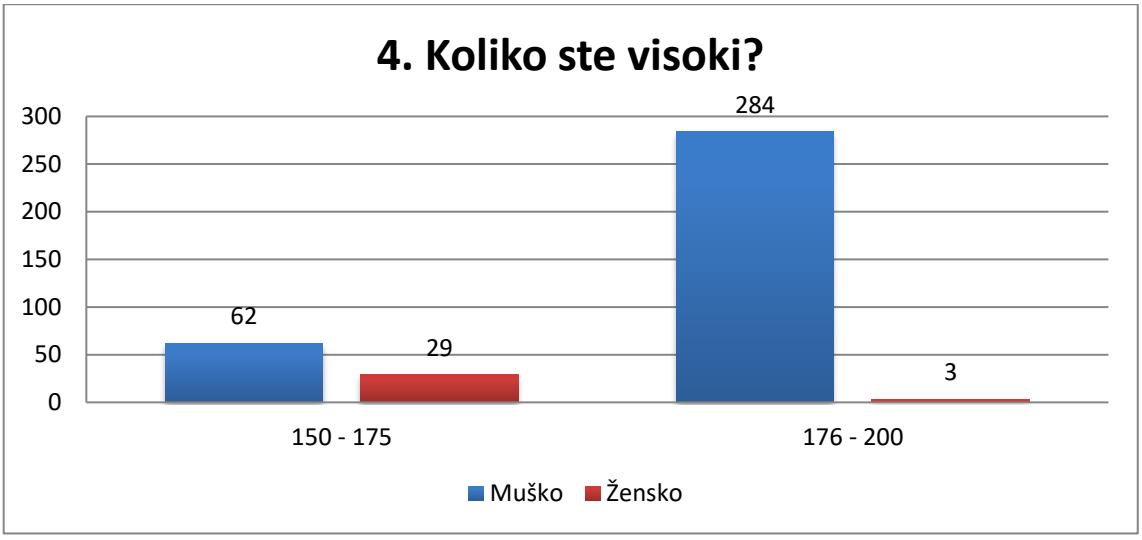
U poglavlju rezultati prikazani su rezultati prikupljenih podataka putem web ankete. Istraživanje putem ankete provedeno je na 124 profesionalna i 252 dobrovoljna vatrogasaca, ukupno 378. Profesionalni vatrogasac osoba je sa zaposlenjem u profesionalnoj vatrogasnoj postrojbi odnosno dobrovoljnom vatrogasnom društvu, a koja zadovoljava uvjete propisane Zakonom o vatrogastvu i pod zakonskim aktima za obavljanje poslova profesionalnog vatrogasca. Dobrovoljni vatrogasac osoba je učlanjena u dobrovoljno vatrogasno društvo, koja se sukladno svojim obvezama i sposobnostima svrstava u odgovarajuću kategoriju članstva [43].

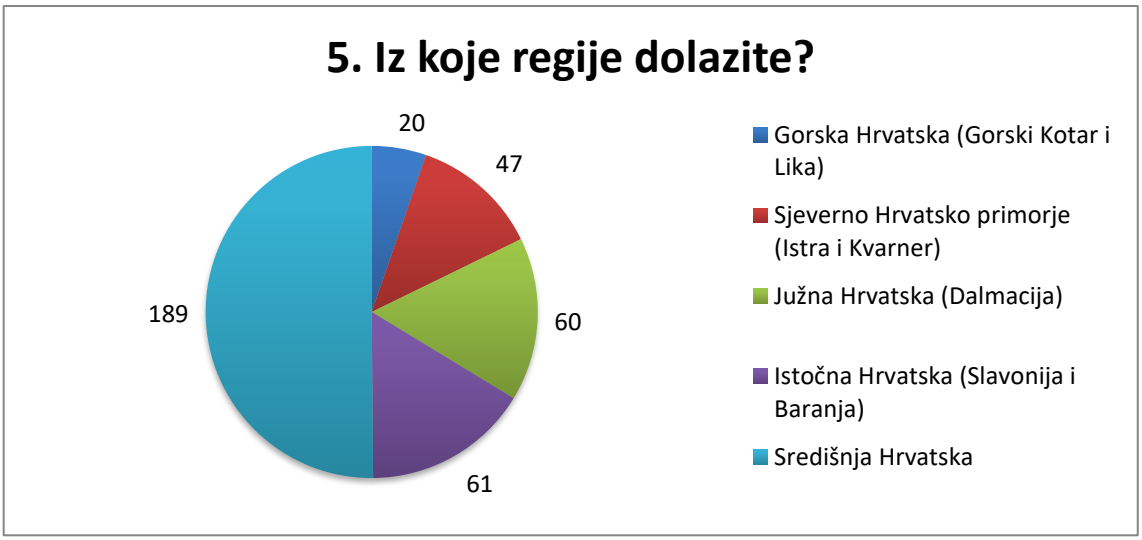
U nastavku su pomoću dijagrama prikazani odgovori ispitanika.

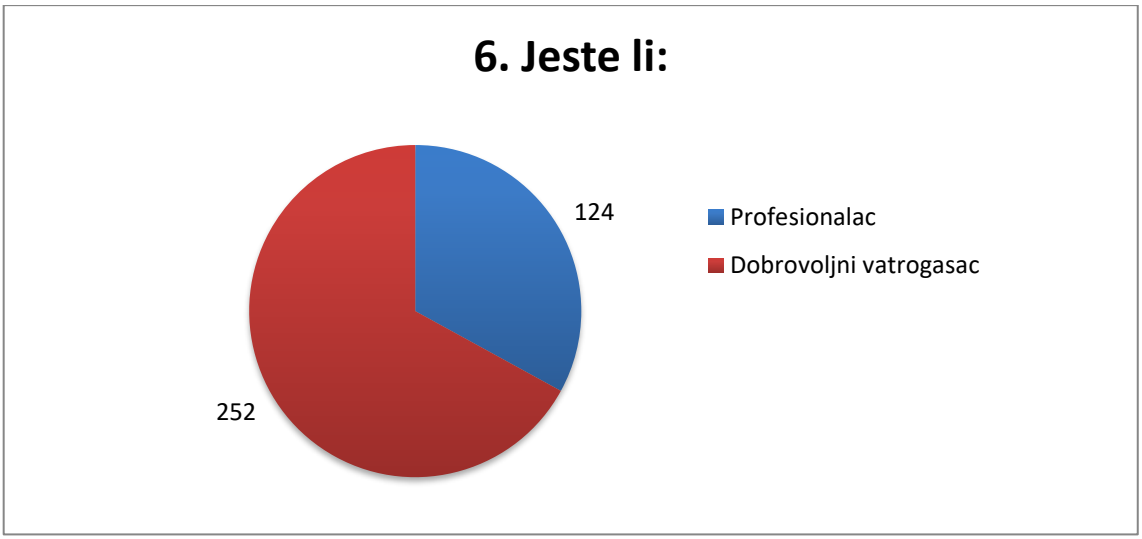


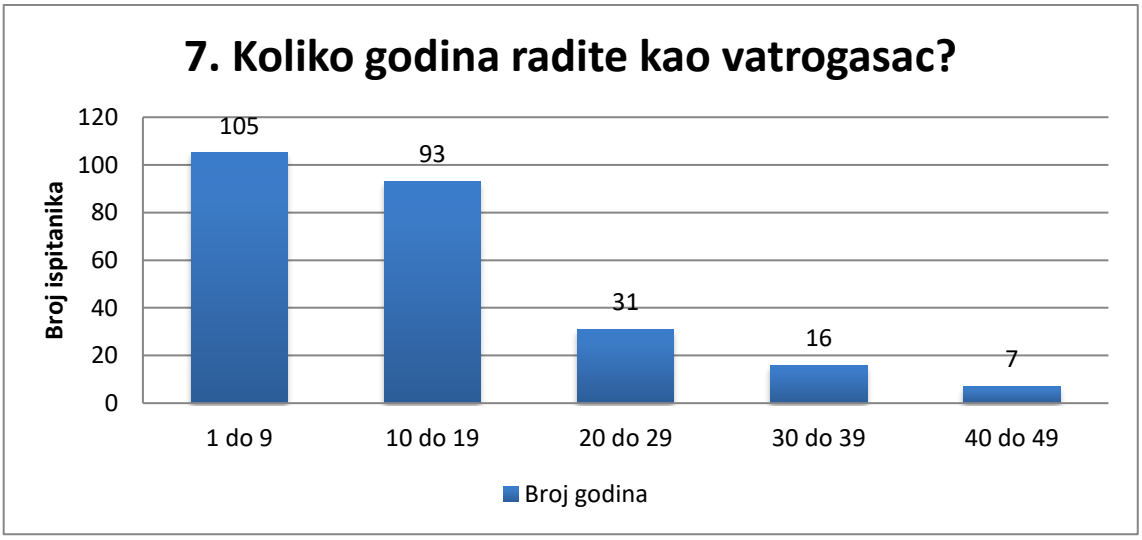


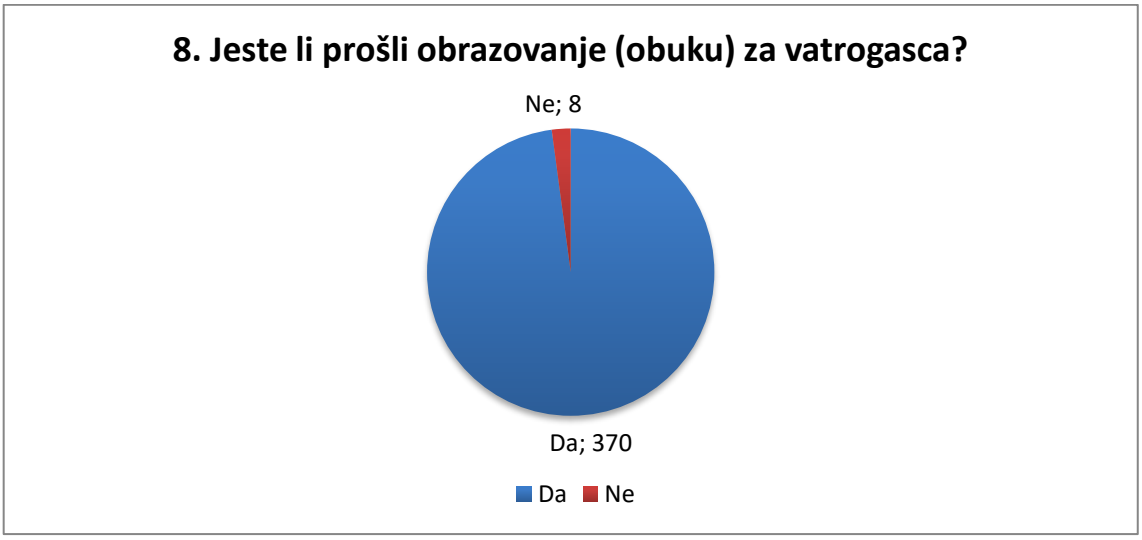

3. Koliko imate kilograma?
Broj ispitanika
300
250
200
150
100
50
0
21
19
244
11
70
2
11
0
50 - 69
70 - 99
100 - 119
120 - 139
Muško
Žensko

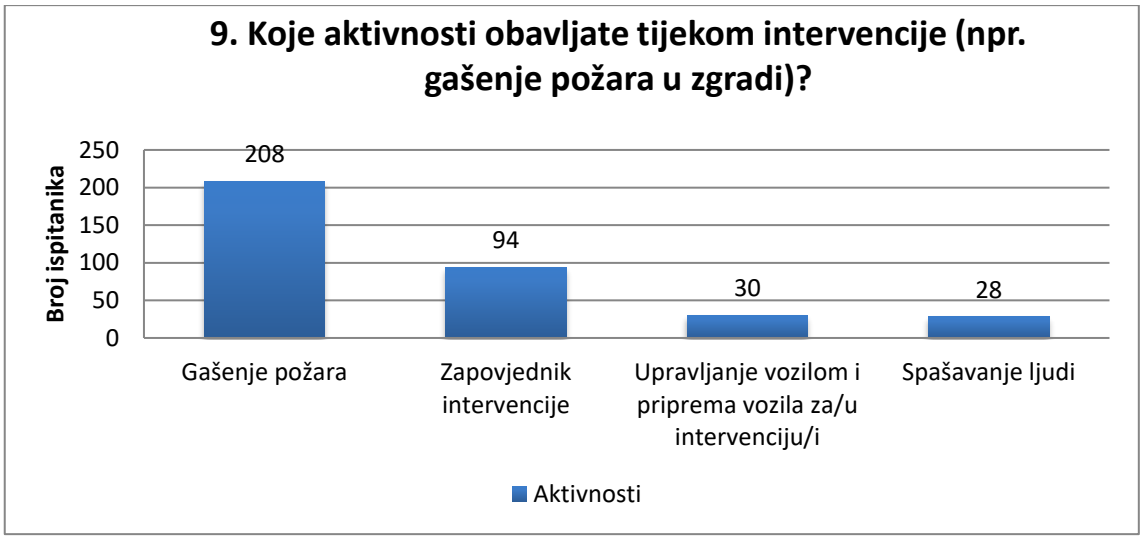

4. Koliko ste visoki?
300
250
200
150
100
50
0
62
29
284
3
150 - 175
176 - 200
Muško
Žensko

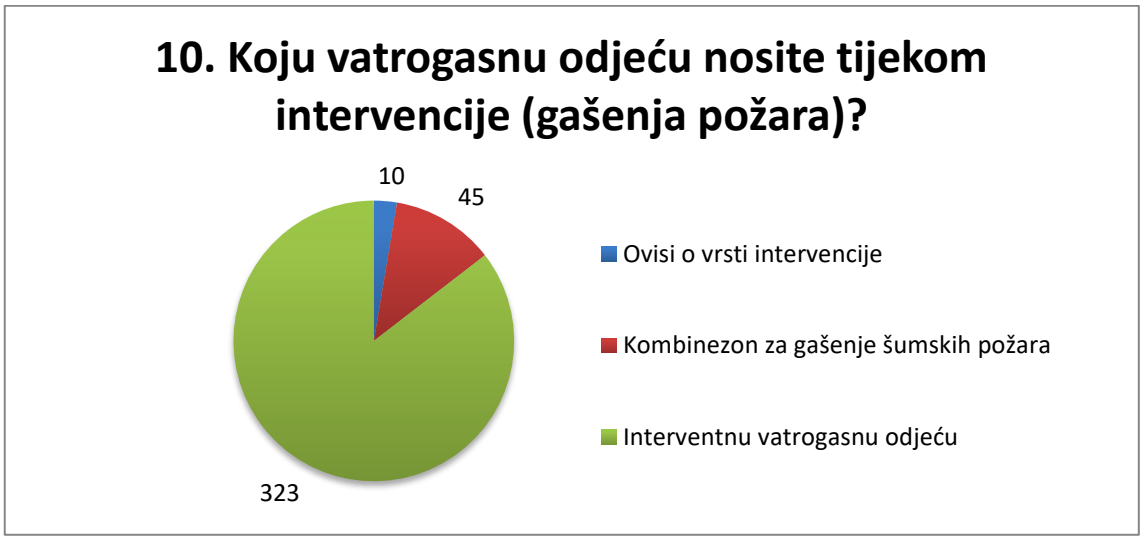

5. Iz koje regije dolazite?
20
47
60
61
189
Gorska Hrvatska (Gorski Kotar i Lika)
Sjeverno Hrvatsko primorje (Istra i Kvarner)
Južna Hrvatska (Dalmacija)
Istočna Hrvatska (Slavonija i Baranja)
Središnja Hrvatska


6. Jeste li:
124
252
Profesionalac
Dobrovoljni vatrogasac


7. Koliko godina radite kao vatrogasac?
Broj ispitanika
120
100
80
60
40
20
0
105
93
31
16
7
1 do 9
10 do 19
20 do 29
30 do 39
40 do 49
Broj godina

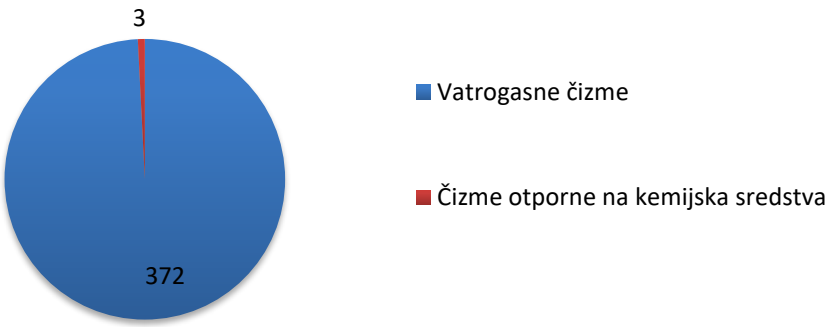

8. Jeste li prošli obrazovanje (obuku) za vatrogasca?
Ne; 8
Da; 370
Da
Ne


9. Koje aktivnosti obavljate tijekom intervencije (npr. gašenje požara u zgradi)?
Broj ispitanika
250
200
150
100
50
0
208
94
30
28
Gašenje požara
Zapovjednik intervencije
Upravljanje vozilom i priprema vozila za/u intervenciju/i
Spašavanje ljudi
Aktivnosti

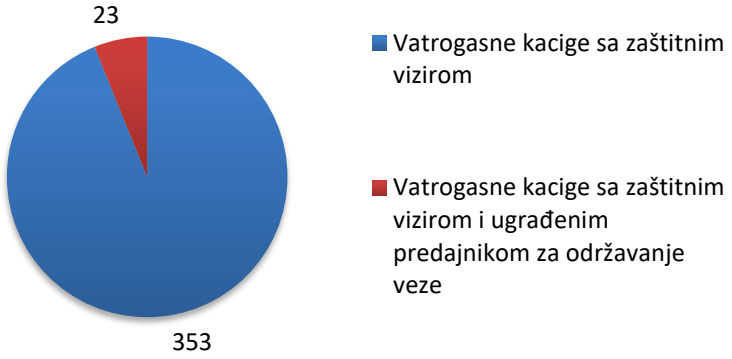

10. Koju vatrogasnu odjeću nosite tijekom intervencije (gašenja požara)?
10
45
323
Ovisi o vrsti intervencije
Kombinezon za gašenje šumskih požara
Interventnu vatrogasnu odjeću


11. Koju vrstu zaštitinih rukavica nosite tijekom intervencije (gašenja požara)?
97
274
Protupožarne rukavice (vatrootporne)
Rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti i topline (kožne)

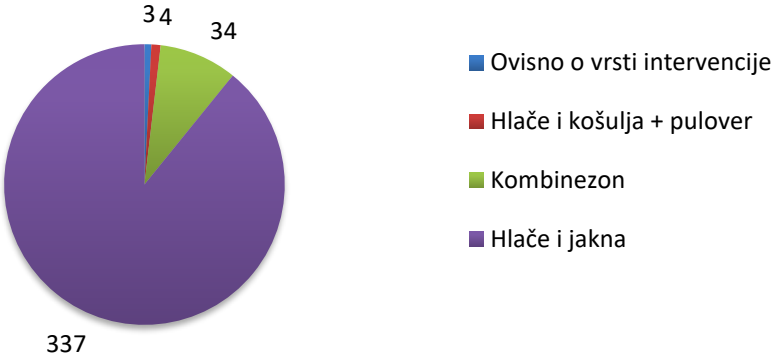
12. Koju vrstu zaštitnih cipela/čizmi nosite tijekom intervencije (gašenja požara)?

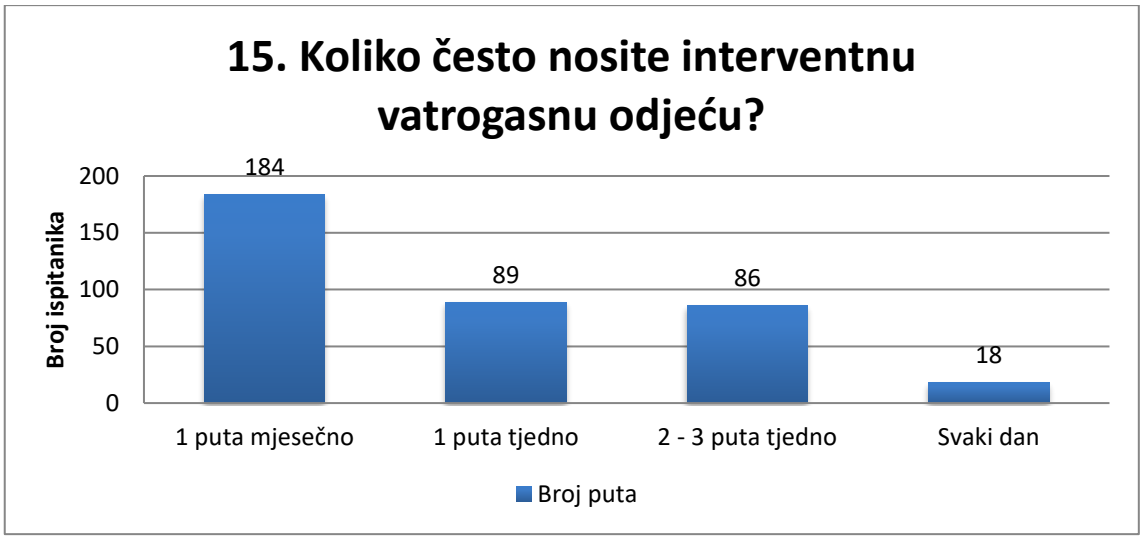


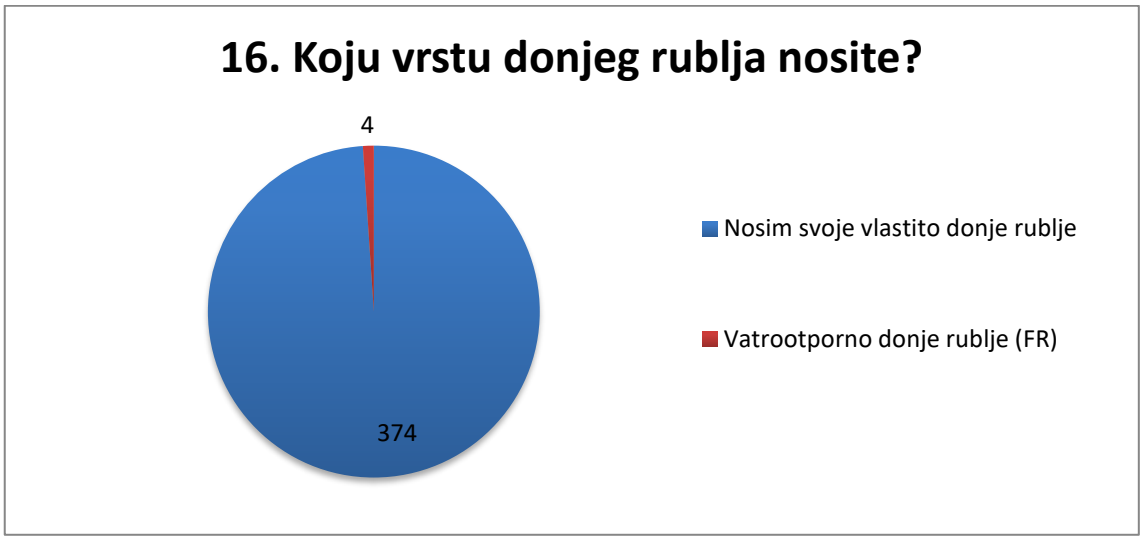
13. Koju vrstu zaštitne kacige nosite tijekom intervencije (gašenja požara)?

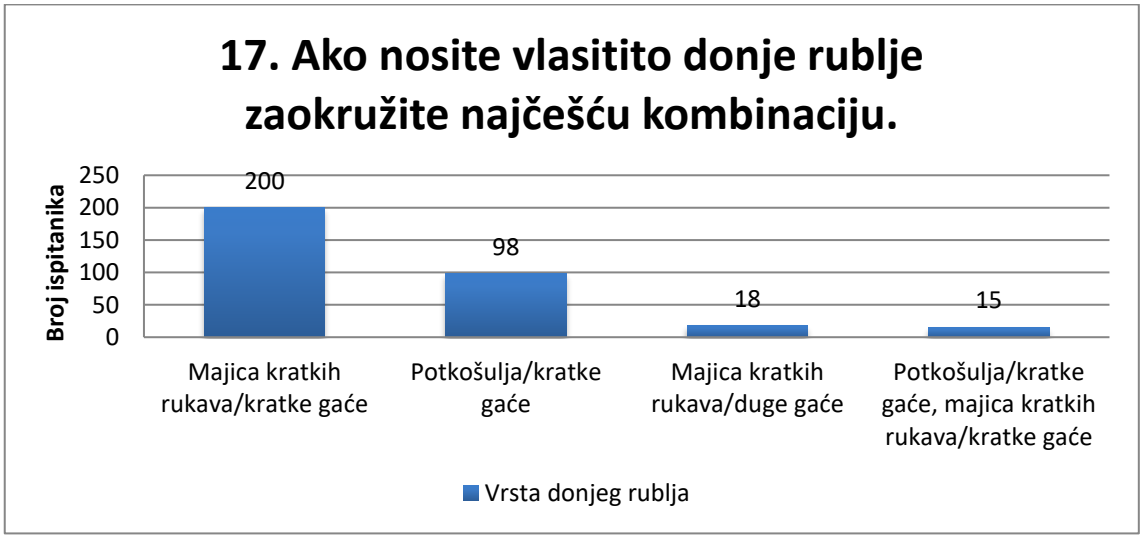


14. Od čega se sastoji interventna vatrogasna odjeća koju nosite?

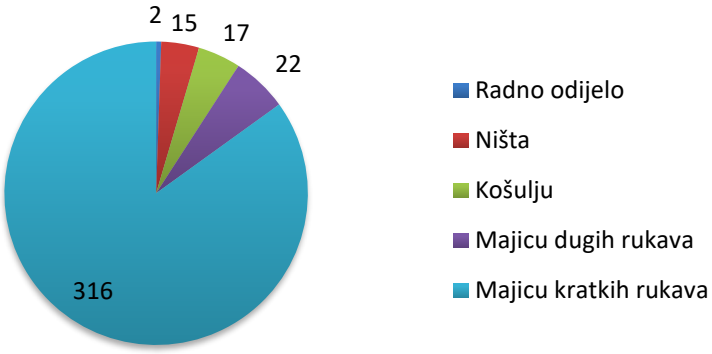



15. Koliko često nosite interventnu vatrogasnu odjeću?
Broj ispitanika
200
150
100
50
0
184
89
86
18
1 puta mjesečno
1 puta tjedno
2 - 3 puta tjedno
Svaki dan
Broj puta

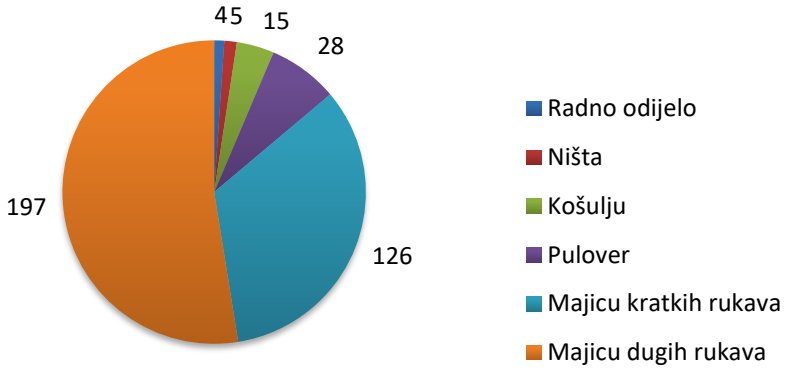

16. Koju vrstu donjeg rublja nosite?
4
374
Nosim svoje vlastito donje rublje
Vatrootporno donje rublje (FR)


17. Ako nosite vlasitito donje rublje zaokružite najčešću kombinaciju.
Broj ispitanika
250
200
150
100
50
0
200
98
18
15
Majica kratkih rukava/kratke gaće
Potkošulja/kratke gaće
Majica kratkih rukava/duge gaće
Potkošulja/kratke gaće, majica kratkih rukava/kratke gaće
Vrsta donjeg rublja

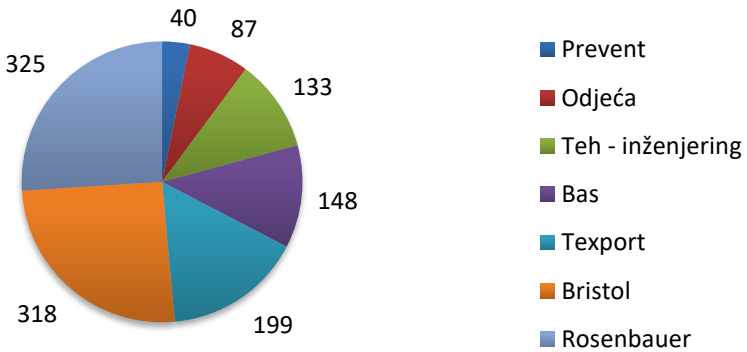
18. Što nosite kao međusloj između donjeg rublja i interventnog vatrogasnog odijela ljeti?



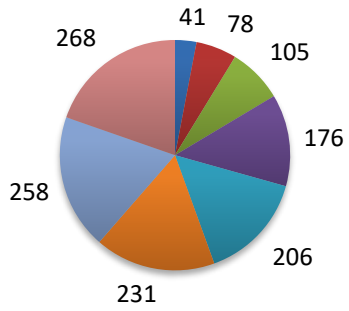
19. Što nosite kao međusloj između donjeg rublja i interventnog vatrogasnog odijela zimi?



20. Koje proizvođače vatrogasne odjeće poznajete:

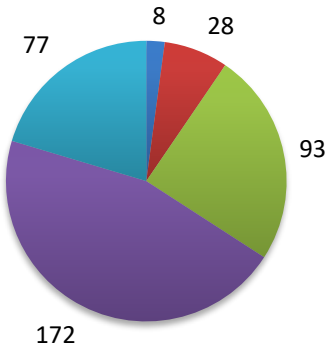


21. Koje su karakteristike interventnog vatrogasnog odijela tijekom nošenja: (moguće je označiti više odgovora)



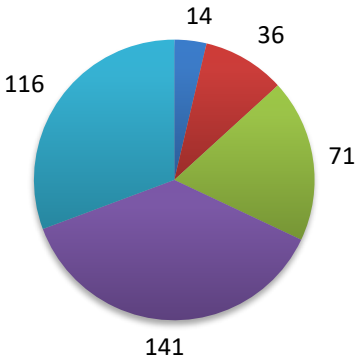
- Pretjerano je kruto
- Unutar njega nije vruće
- Pokreti su slobodni
- Unutar njega nije hladno
- Unutar njega je vruće
- Jednostavno je za odjenuti i skinuti
- Vodootporno je
- Otporno je na gorenje

22. Koliko ste zadovoljni sa krojem i izgledom Vašeg vatrogasnog odijela?



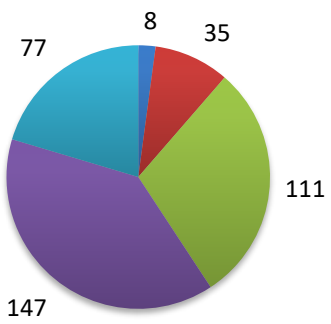
- 1 - potpuno sam nezadovoljan
- 2 - nezadovoljan sam
- 3 - niti sam nezadovoljan, niti sam zadovoljan
- 4 - zadovoljan sam
- 5 -potpuno sam zadovoljan

23. Koliko ste zadovoljni sa odjevnom veličinom Vašeg vatrogasnog odijela?

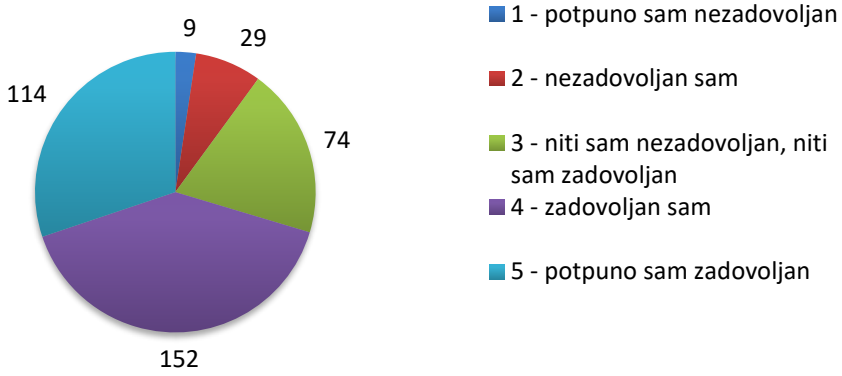


- 1 - potpuno sam nezadovoljan
- 2 - nezadovoljan sam
- 3 - niti sam nezadovoljan, niti sam zadovoljan
- 4 - zadovoljan sam
- 5 - potpuno sam zadovoljan

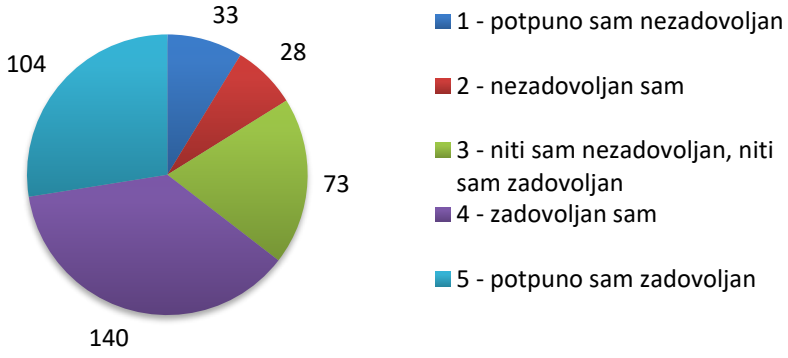
24. Koliko ste zadovoljni s udobnošću vatrogasnog odijela sa stanovišta funkcionalnog dizajna (pozicija i veličina džepova, duljina rukava, komocija tijekom nošenja)?



25. Koliko ste zadovoljni sa veličinom džepova na jakni?



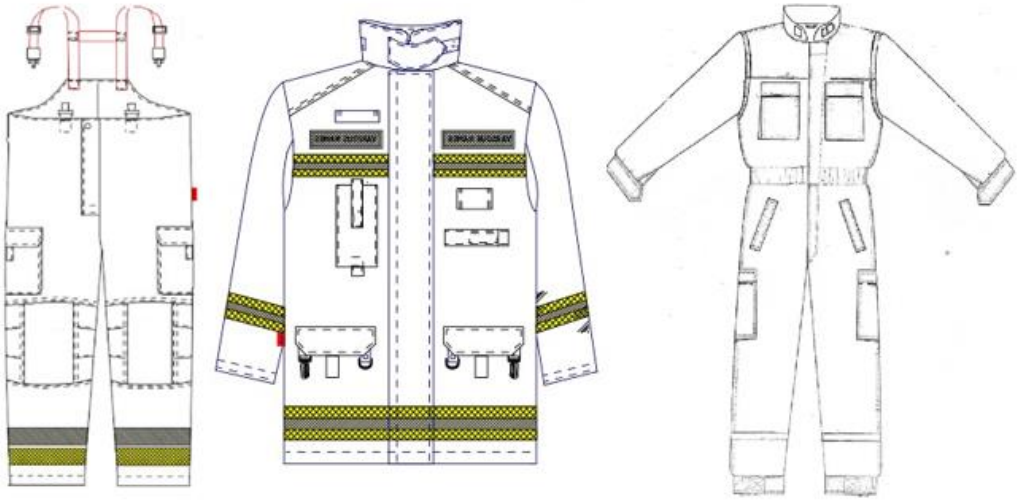
26. Koliko ste zadovoljni sa veličinom džepova na hlačama?







29. pitanje glasi: ako je Vaš odgovor na prethodno pitanje ne, gdje bi po vašem mišljenju džepovi trebali biti pozicionirani (slika 35)? (niže, više, prema kopčanju, prema stražnjem dijelu...).



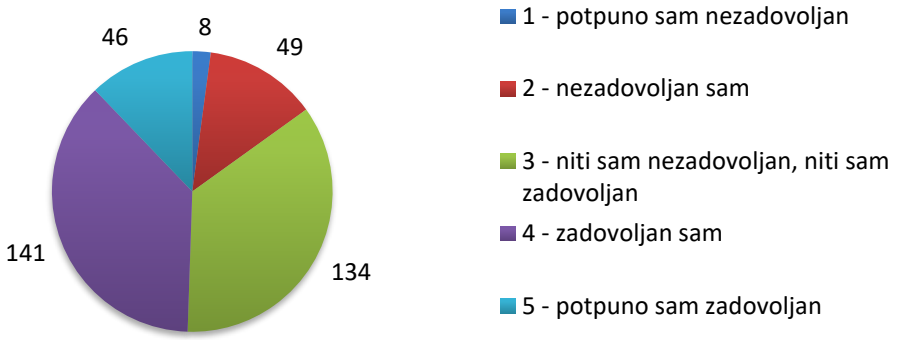
Slika 35 Skice modela vatrogasnih hlača, jakne i kombinezona s ucrtanim pozicijama džepova

Najčešći odgovori na to pitanje su:

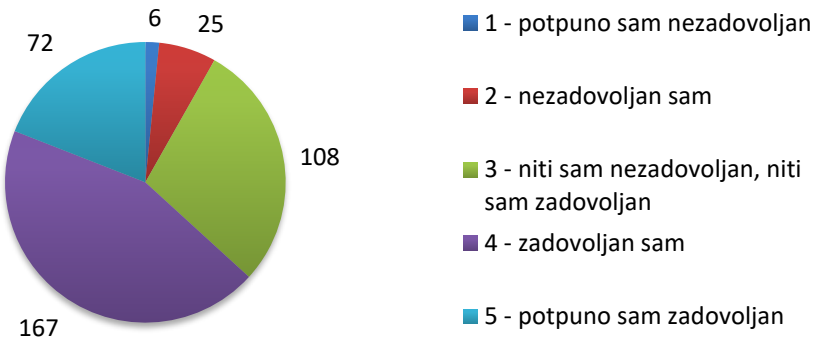
- niže (džepovi na hlačama)
- džepovi na prsima bi trebali biti veći
- ovisi o veličini kombinezona i duljini ruku
- džepovi moraju biti prilagođeni nošenju radio veze i lampe
- više džepova općenito
- staviti džepove na rukave
- staviti džepove na stražnji dio hlača
- potrebni su unutarnji džepovi
- da džepovi budu postavljeni više prema kopčanju



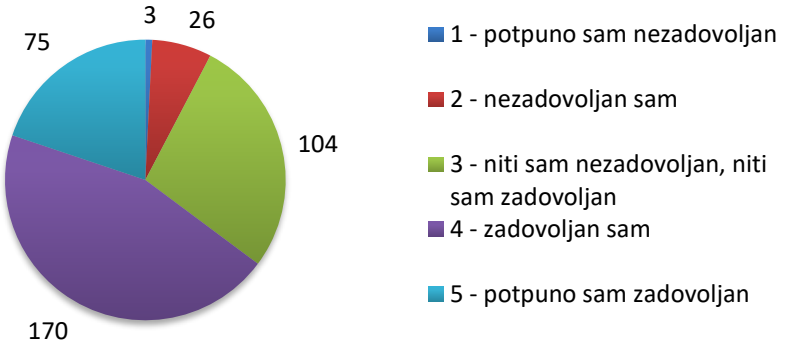
31. Koliko ste zadovoljni težinom interventnog vatrogasnog odijela?



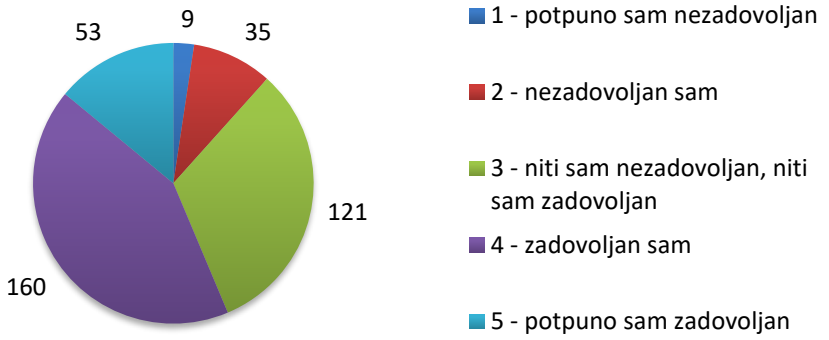
32. Koliko ste zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području ruku?



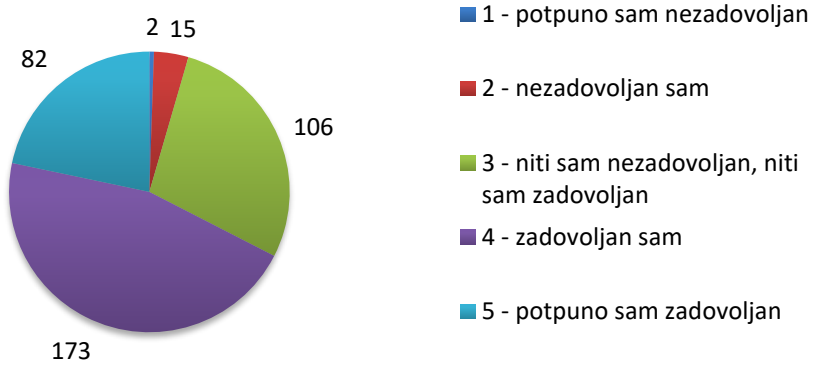
33. Koliko ste zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području ramena?



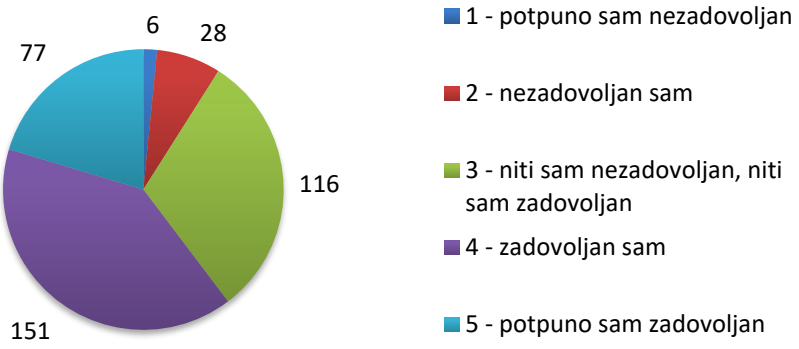
34. Koliko ste zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području prepona?



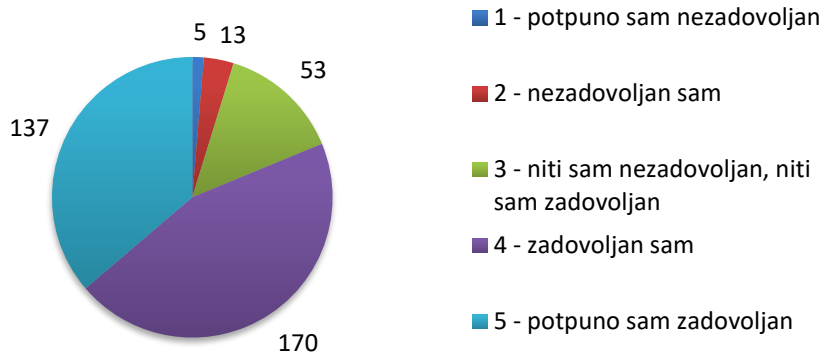
35. Koliko ste zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području struka?



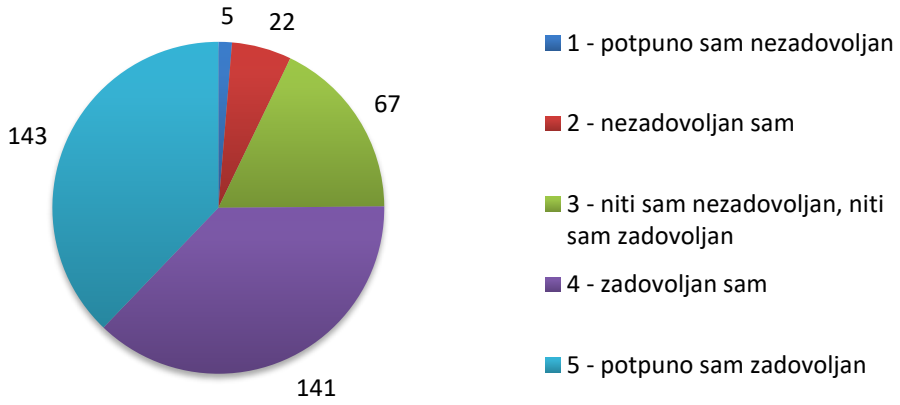
36. Koliko ste zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području koljena?



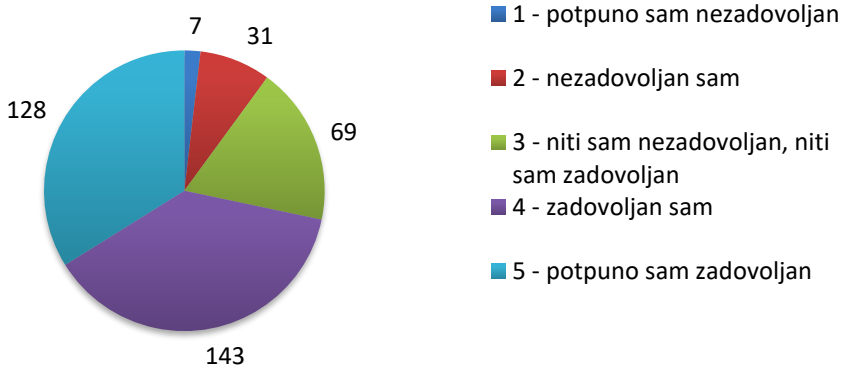
37. Jeste li zadovoljni sa lakoćom (težinom) oblačenja interventnog vatrogasnog odijela?

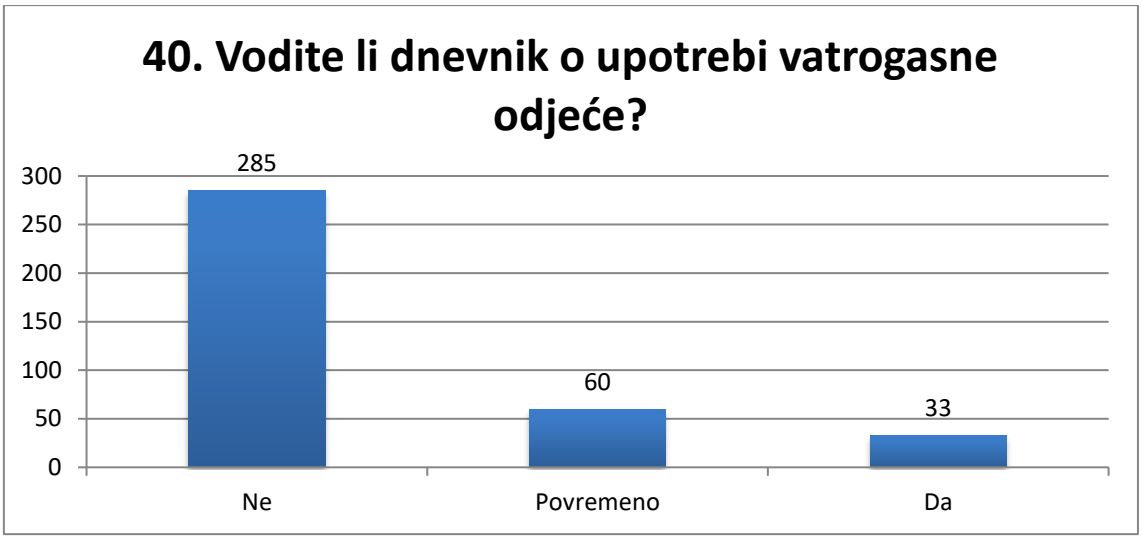


38. Jeste li zadovoljni sa duljinom rukava?

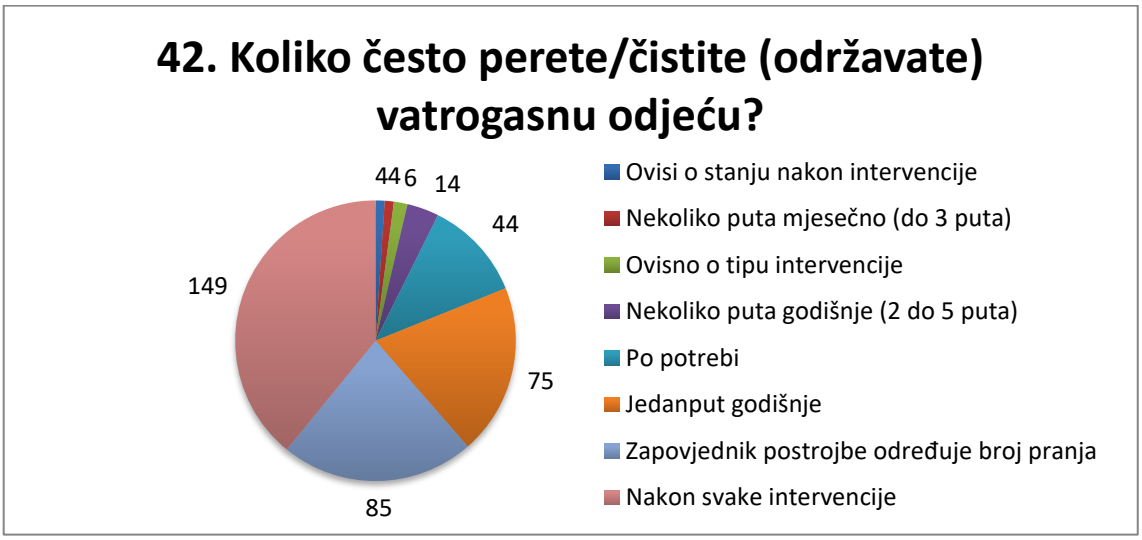


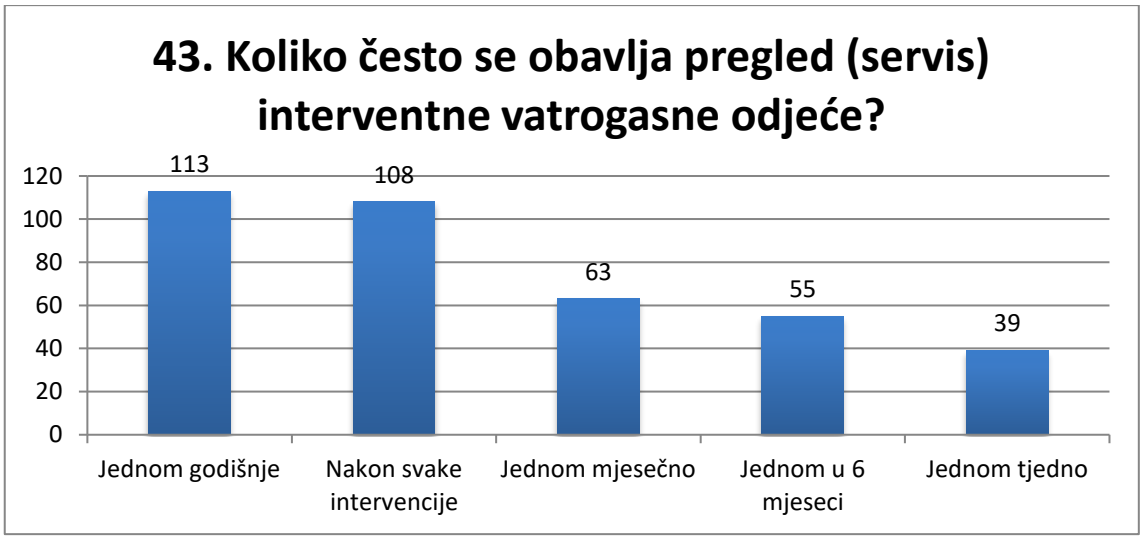
39. Jeste li zadovoljni sa duljinom nogavica na hlačama?

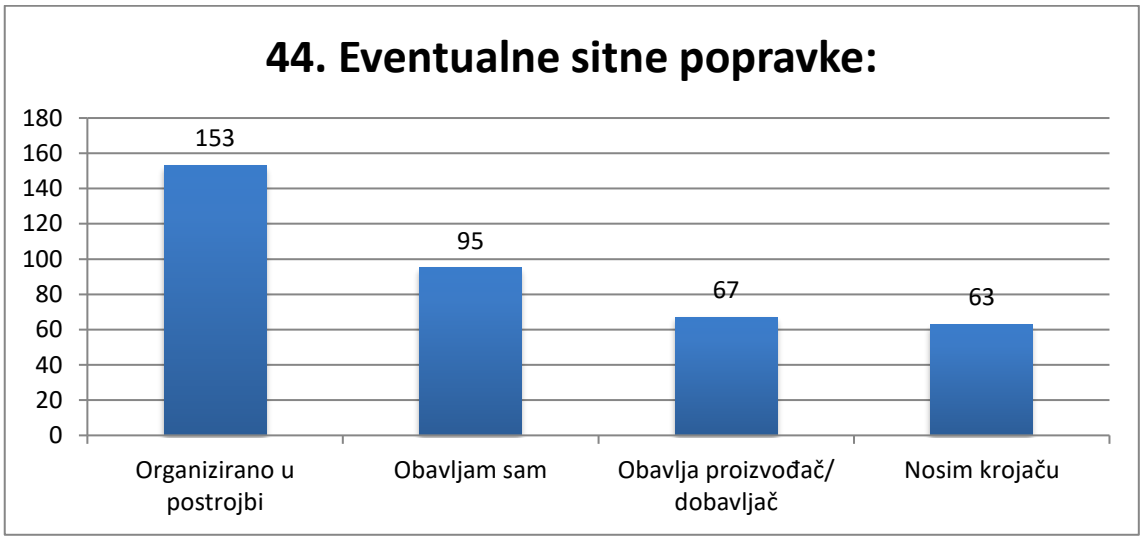


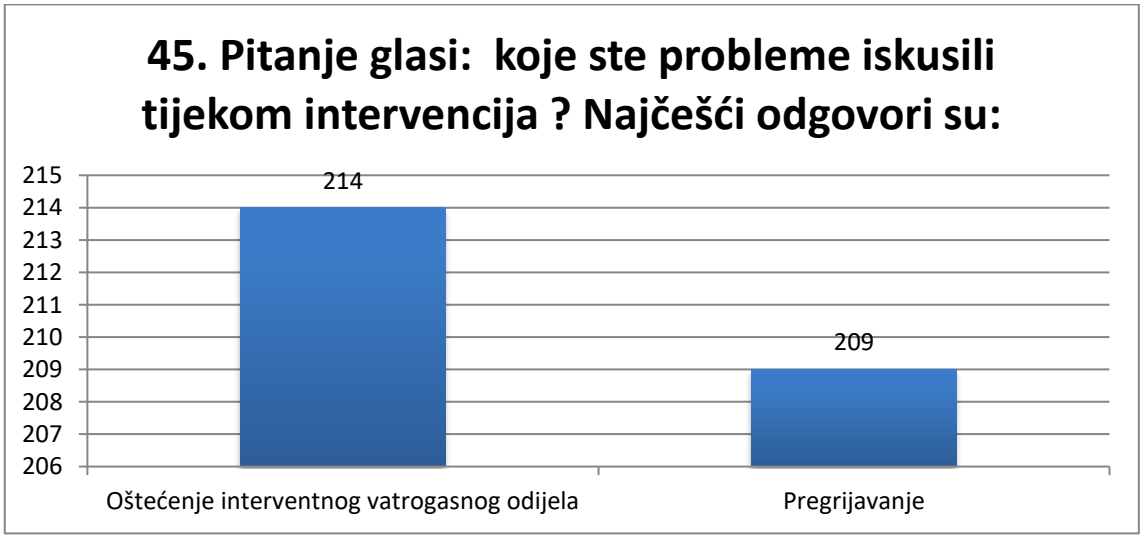

40. Vodite li dnevnik o upotrebi vatrogasne odjeće?
300
250
200
150
100
50
0
285
60
33
Ne
Povremeno
Da


41. Kako održavate vatrogasnu odjeću?
197
181
Organizirano u postrojbi
U vlastitom domaćinstvu

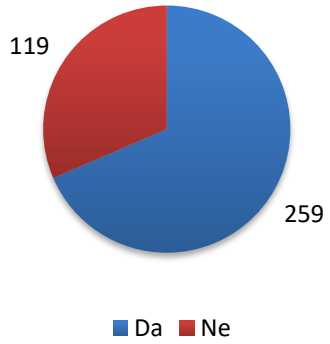

42. Koliko često perete/čistite (održavate) vatrogasnu odjeću?
44
6
14
44
149
75
85
Ovisi o stanju nakon intervencije
Nekoliko puta mjesečno (do 3 puta)
Ovisno o tipu intervencije
Nekoliko puta godišnje (2 do 5 puta)
Po potrebi
Jedanput godišnje
Zapovjednik postrojbe određuje broj pranja
Nakon svake intervencije


43. Koliko često se obavlja pregled (servis) interventne vatrogasne odjeće?
120
100
80
60
40
20
0
113
108
63
55
39
Jednom godišnje
Nakon svake intervencije
Jednom mjesečno
Jednom u 6 mjeseci
Jednom tjedno

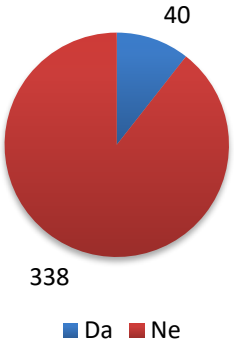

44. Eventualne sitne popravke:
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
153
95
67
63
Organizirano u postrojbi
Obavljam sam
Obavlja proizvođač/ dobavljač
Nosim krojaču


45. Pitanje glasi: koje ste probleme iskusili tijekom intervencija ? Najčešći odgovori su:
215
214
213
212
211
210
209
208
207
206
214
209
Oštećenje interventnog vatrogasnog odijela
Pregrijavanje

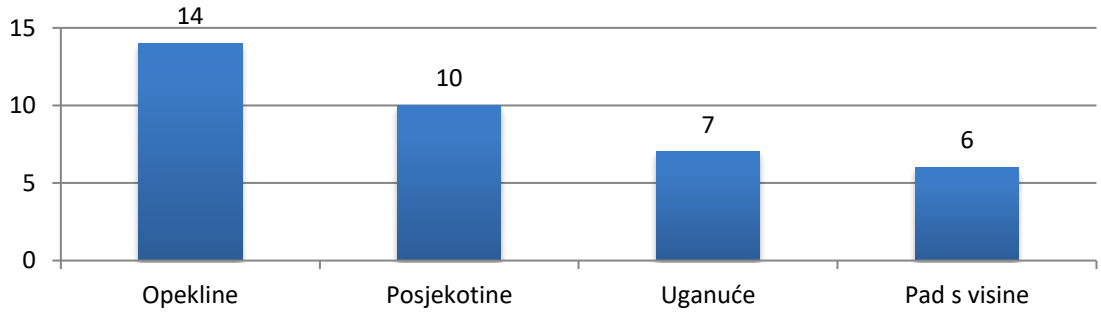
46. Upotrebljavate li vatrogasno odijelo nakon direktnog izlaganja plamenu?



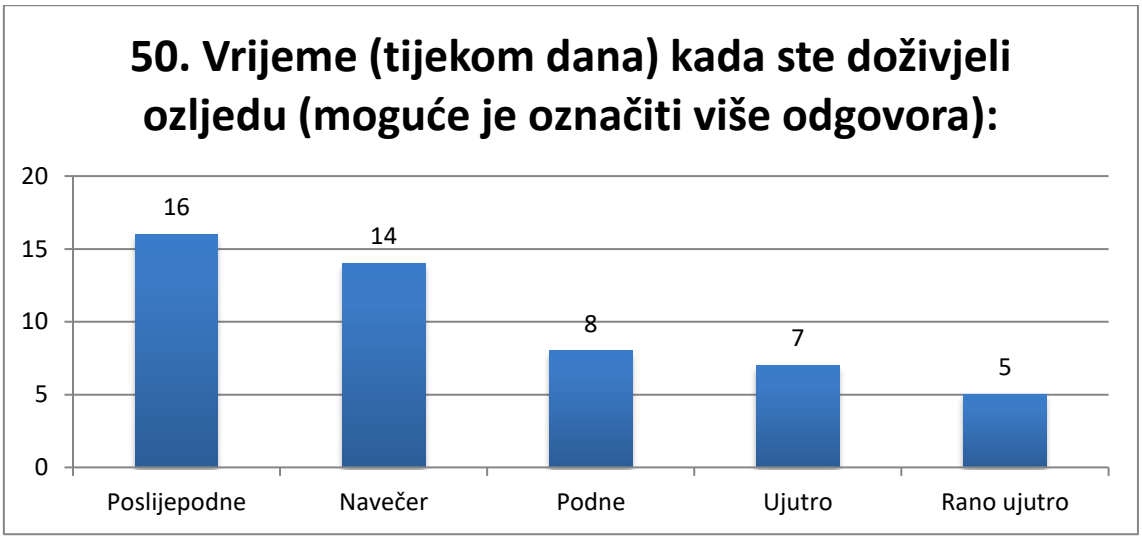
47. Jeste li u dosadašnjem radu bili ozlijeđeni?



48. Ako je Vaš odgovor na prethodno pitanje potvrdan navedite koji ste tip ozljede doživjeli:

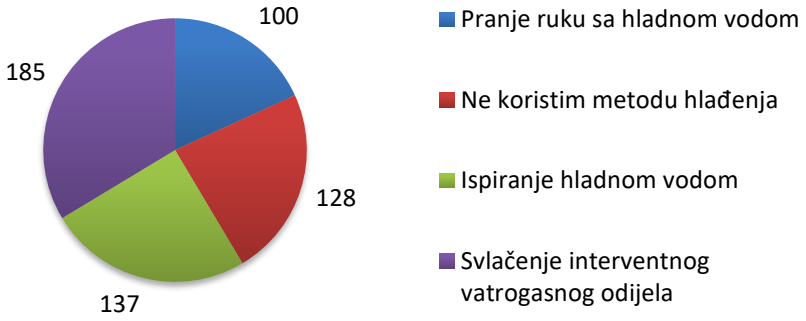


49. pitanje glasi: ako ste bili ozlijeđeni navedite o kojem se dijelu tijela radi. Ispitanici koji su na 48. pitanje odgovorili opekline najčešće su ozlijedili ekstremitete (ruke, noge), lice i trup. Ispitanici koji su odgovorili posjekotine najčešće su ozlijedili samo ekstremitete (ruke i noge).

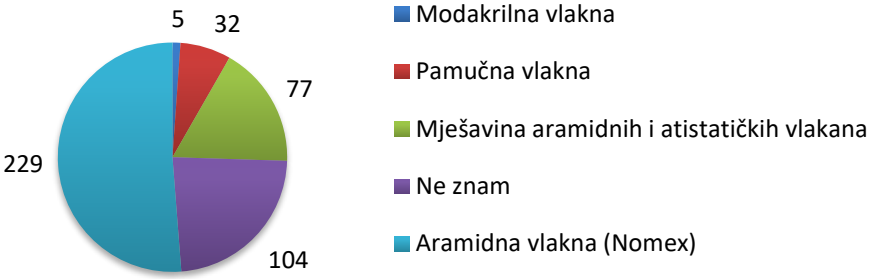




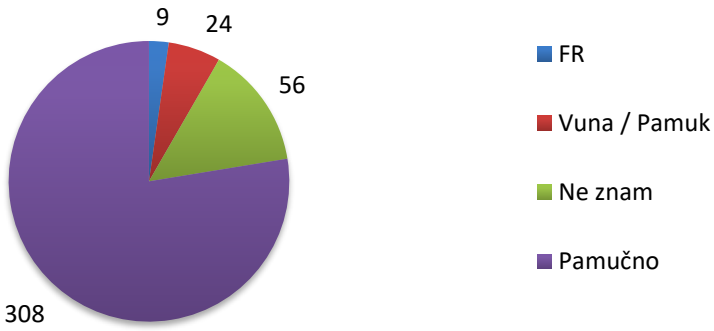
52. Koje metode hlađenja koristite tijekom nošenja interventnog vatrogasnog odijela (moguće je označiti više odgovora):



53. Od kojih materijala je izrađeno Vaše vatrogasno odijelo (moguće je označiti više odgovora):



54. Kojeg je sirovinskog sastava donje rublje?



5. RASPRAVA

U web anketi o korištenju vatrogasne odjeće je sudjelovalo 378 ispitanika. Najviše ispitanika pripada dobnoj skupini od 26 do 35 godina, njih 150. Najmlađi ispitanik ima 17, a najstariji 61 godinu. Od 378 ispitanika 32 su žene što je 8 %. Muškarci imaju od 60 do 130 kilograma, a visoki su od 171 do 200 cm. Žene imaju od 52 do 115 kilograma, te su visoke od 157 do 181 cm. Najviše ispitanika dolazi iz središnje Hrvatske ukupno 189 odnosno 50,13 %. Iz gorske Hrvatske je najmanje ispitanika ukupno 20 odnosno 5 %. Od 378 ispitanika 124 su profesionalci (33 %) dok je ostalih 252 ispitanika odnosno 67 % dobrovoljni vatrogasci. Radno iskustvo ispitanika je od par mjeseci do 49 godina (dvoje ispitanika). Samo 8 vatrogasaca od ukupnog broja nije prošlo obuku što je 2 %. Svih 8 vatrogasaca koji nisu prošli obuku su dobrovoljni vatrogasci, te najstariji ima 32, a najmlađi 18 godina.

Tijekom intervencija ispitanici najčešće obavljaju gašenje požara, 58 %. Oni nose interventnu vatrogasnu odjeću, a rjeđe nose kombinezon za gašenje šumskih požara. Od protupožarnih rukavica (97) češće se nose rukavice za zaštitu od mehaničkih opasnosti i topline (274) što iznosi 74 %. Čizme otporne na kemijska sredstva nosi samo troje ispitanika, a ostali nose vatrogasne čizme. Jedan ispitanik je odgovorio da nosi gumene čizme dok ostatak nosi vojničke čizme jer su lakše. Tijekom intervencije 353 ispitanika nosi vatrogasnu kacigu sa zaštitnim vizirom i ugrađenim predajnikom za održavanje veze što iznosi 94 %, dok ostatak 6 % nosi vatrogasne kacige sa zaštitnim vizirom. Interventna vatrogasna odjeća koju nose ispitanici u najvećem se broju sastoji od hlača i jakne (337), samo njih troje nosi hlače i košulju sa puloverom. Interventnu vatrogasnu odjeću jedanput mjesečno nosi 184 ispitanika, a svaki dan je nosi 18 ispitanika. Od njih 18 trojica su dobrovoljni vatrogasci, a ostali su profesionalci. 374 ispitanika nosi svoje donje rublje a samo četvero nosi vatrootporno donje rublje (FR). Najčešće se nose kratke gaće u kombinaciji sa majicom kratkih rukava (200 ispitanika). Između donjeg rublja i interventnog vatrogasnog odijela ljeti se nosi majica kratkih rukava, dok je zimi to majica dugih rukava. Radno odijelo se u oba slučaja najrjeđe nosi zimi (4) i ljeti (2).

Ispitanici su upoznati sa sljedećim proizvođačima vatrogasne odjeće: Rosenbauer (325 ispitanika), Bristol (318), Texport (199), BAS (148), Teh – inženjering (133), Odjeća (87) i Prevent (40). Osim ponuđenih tvrtki ispitanici su naveli još neke, a to su: Pfeifer d.o.o., Lion

Apparel, Pyroman, Eagle, Deva FM, Viking, Hemco, Ziegler d.o.o., Cosalt, S – gard, Mi Star d.o.o., Luxoria d.o.o., Globe, Vatropromet i Primaris d.o.o.

Na pitanje koje su karakteristike interventnog vatrogasnog odijela tijekom nošenja? (moguće je označiti više odgovora), ispitanici su odgovorili: odijelo je otporno na gorenje je označilo 268 ispitanika, 258 je označilo da je vodootporno, unutar njega je vruće (206 osoba), unutar njega nije vruće (78), unutar njega nije hladno (176), pretjerano je kruto (41), pokreti su slobodni (105), (231) osoba je rekla da je jednostavno za odjenuti i skinuti.

U tablici 3 navedeni su odgovori na pitanja vezana uz udobnost, dizajn, veličinu, težinu, kroj i izgled prema zadovoljstvu ispitanika. Tablica je rađena prema broju ispitanika koji su odgovorili na anketu.

Tablica 3 Zadovoljstvo vatrogasaca vatrogasnim odijelom

	Koliko ste zadovoljni sa:				
Ocjena zadovoljstva	krojem i izgledom vatrogasnog odijela?	odjevnom veličinom vatrogasnog odijela?	udobnošću vatrogasnog odijela sa funkcionalnog stajališta?	toplinskom udobnošću vatrogasnog odijela?	težinom interventnog vatrogasnog odijela?
Potpuno sam nezadovoljan (ocjena 1)	8	14	8	3	8
Nezadovoljan sam (ocjena 2)	28	36	35	21	49
Niti sam nezadovoljan niti sam zadovoljan (ocjena 3)	93	71	111	125	134
Zadovoljan sam (ocjena 4)	172	141	147	166	141
Potpuno sam zadovoljan (ocjena 5)	77	116	77	63	46

Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da je zadovoljstvo dizajnom, krojem, izgledom, udobnošću i veličinom vatrogasnog odijela podjednako, odnosno od 59 % do 69 %. Sa težinom vatrogasnog odijela nezadovoljno je 57 ispitanika što je 15 %.
U sljedećoj tablici prikazano je zadovoljstvo ispitanika veličinom džepova.

Tablica 4 Zadovoljstvo ispitanika veličinom džepova vatrogasnog odijela

	Koliko ste zadovoljni sa:		
Ocjena zadovoljstva	veličinom džepova na jakni?	veličinom džepova na hlačama?	veličinom džepova na kombinezonu?
Potpuno sam nezadovoljan (ocjena 1)	9	33	4
Nezadovoljan sam (ocjena 2)	29	28	24
Niti sam nezadovoljan, niti sam zadovoljan (ocjena 3)	74	73	100
Zadovoljan sam (ocjena 4)	152	140	165
Potpuno sam zadovoljan (ocjena 5)	114	104	85

Iz rezultata prikazanih u tablici 4 može se zaključiti da su ispitanici najmanje zadovoljni veličinom džepova na hlačama, čak 33 ispitanika je potpuno nezadovoljno (ocjena 1), a 28 ispitanika je nezadovoljno (ocjena 2), što ukupno iznosi 16 %.

Tablica 5 prikazuje zadovoljstvo komocijom i pokretljivosti u različitim područjima tijela tijekom nošenja vatrogasnog odijela.

Tablica 5 Zadovoljstvo komocijom i pokretljivošću u različitim područjima tijela tijekom nošenja vatrogasnog odijela

	Koliko ste zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području:				
Ocjena zadovoljstva	ruku?	ramena?	prepona?	struka?	koljena?
Potpuno sam nezadovoljan (ocjena 1)	6	3	9	2	6
Nezadovoljan sam (ocjena 2)	25	26	35	15	28
Niti sam nezadovoljan, niti sam zadovoljan (ocjena 3)	108	104	121	106	116
Zadovoljan sam (ocjena 4)	167	170	160	173	151
Potpuno sam zadovoljan (ocjena 5)	72	75	53	82	77

Ispitanici su najzadovoljniji komocijom i pokretljivosti u području struka, a najmanje zadovoljni sa komocijom i pokretljivosti u području prepona.

U sljedećoj tablici prikazano je zadovoljstvo ispitanika sa duljinom rukava i nogavica na hlačama.

Tablica 6 Zadovoljstvo ispitanika sa duljinom rukava i nogavica na hlačama

	Koliko ste zadovoljni sa duljinom	
Ocjena zadovoljstva	rukava?	nogavica na hlačama?
Potpuno sam nezadovoljan (ocjena 1)	5	7
Nezadovoljan sam (ocjena 2)	22	31
Niti sam nezadovoljan, niti sam zadovoljan (ocjena 3)	67	69
Zadovoljan sam (ocjena 4)	141	143
Potpuno sam zadovoljan (ocjena 5)	143	128

143 ispitanika je odgovorilo da su potpuno zadovoljni duljinom rukava na jakni (38 %), njih 128 je potpuno zadovoljno duljinom nogavica na hlačama, što iznosi 34 %. Više ispitanika, odnosno njih 11 je nezadovoljnije duljinom nogavica na hlačama nego duljinom rukava.

Samo 33 ispitanika, odnosno 9 % vodi dnevnik o upotrebi vatrogasne odjeće. Od njih 33- troje, 14 je profesionalnih vatrogasaca. Najviše vatrogasaca održavanje vatrogasne odjeće obavlja kod kuće (197), njih 181 to čini organizirano u postrojbi a 149 čisti vatrogasnu odjeću nakon svake intervencije (među njima je 118 profesionalnih vatrogasaca). 85 –ero je odgovorilo da zapovjednik određuje broj pranja (od čega je 56 profesionalnih vatrogasaca), a 75 –ero je odgovorilo da peru/čiste vatrogasnu odjeću jedanput godišnje (od čega je 44 profesionalna vatrogasca). Servis interventne vatrogasne odjeće jednom godišnje obavlja 113 ispitanika, njih 39- ero to radi jednom tjedno. Među tih 39 ispitanika samo je troje profesionalnih vatrogasaca. Kod 153 ispitanika svi popravci se obavljaju organizirano u postrojbi, 63 nosi vatrogasnu odjeću krojaču na popravak, 95 –ero sami obavljaju popravak, a kod njih 67 popravke obavlja proizvođač (dobavljač). Vatrogasno odijelo nakon direktnog izlaganja plamenu ne nosi 119 ispitanika što je 31 %, a njih 259 to čini što je 69 %.

U dosadašnjem radu je 40 ispitanika bilo ozlijeđeno, među njima je 5 profesionalnih vatrogasaca. Najčešće ozljede su opekline (14), posjekotine (10), uganuća (7) i pad s visine (6). Osim navedenih ozljeda ispitanici su doživjeli još neke kao što su smrzavanje, urušavanje krova, trovanje dimom, iritacije kože od znoja itd. Opekline najviše zahvaćaju ruke, noge, lice i trup vatrogasaca; a oni koji su se posjekli najčešće su ozlijedili ruke i noge. Najviše ozljeda, njih 16 dogodilo se poslijepodne, a najmanje ozljeda se događa rano ujutro (5). Od 378 ispitanika njih 100 je doživjelo toplinski stres, od čega je 47 profesionalnih vatrogasaca.

Svlačenje interventnog vatrogasnog odijela je najčešća metoda hlađenja tijekom nošenja interventnog vatrogasnog odijela (185 ispitanika odnosno 34 %), pranje ruku hladnom vodom je najrjeđe (100 ispitanika).

Ispitanici najčešće nose vatrogasno odijelo izrađeno od aramidnih vlakana, dok je donje rublje najčešće pamučno.

6. ZAKLJUČAK

U teorijskom dijelu diplomskog rada opisana je interventna vatrogasna odjeća, materijali i principi izrade odjeće za zaštitu od topline i plamena, ozljede i opekline kože koje se mogu dogoditi uslijed neprimjerenog izlaganja vatri i plamenu, spomenute su norme kojima treba udovoljavati zaštitna odjeća, te su opisana najnovija dostignuća u razvoju pametnih i inteligentnih vatrogasnih odijela.

U okviru eksperimentalnog dijela diplomskog rada provedena je on-line anketa o korištenju interventne vatrogasne odjeće. Cilj provođenja ankete bio je dobiti mišljenja profesionalnih i dobrovoljnih vatrogasaca o interventnoj odjeći koju nose te vidjeti koliko su upoznati sa materijalima od kojih je izrađena njihova zaštitna oprema. U okviru ankete ispitivano je zadovoljstvo vatrogasaca komocijom, udobnošću, dizajnom, veličinom, težinom, krojem, izgledom i pokretljivošću u različitim područjima tijela tijekom nošenja vatrogasnog odijela.

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti kako većina ispitanika nosi svoje donje rublje između zaštitne odjeće i tijela. Radi se o pamučnim odjevnim predmetima koji u postupcima dorade nisu kemijski obrađeni sredstvima protiv gorenja.

Vrlo je važno da vatrogasci budu uvježbani i da ispravno koriste odjeću i opremu za zaštitu, kako bi sigurno mogli pomagati i spašavati ljude i imovinu. Iz rezultata dobivenih u anketi može se zaključiti kako je većina ispitanika prošla obuku, osim njih 8 što iznosi 2 %.

Svu zaštitnu odjeću treba redovito čistiti u skladu s uputama i preporukama proizvođača. Iako bi sve popravke ili prepravke na odjeći trebalo izvoditi jedino kvalificirano osoblje u skladu s uputama proizvođača kod većine hrvatskih vatrogasaca to nije slučaj. Sitni popravci se najčešće obavljaju organizirano u vatrogasnoj postaji.

Iako se nakon svake intervencije odjeća mora detaljno očistiti samo 149 od 378 ispitanika to radi, što je 40 %. Također iz rezultata ankete je vidljivo da njih 259 nosi vatrogasnu odjeću nakon direktnog izlaganja plamenu što iznosi 69 %.

Temeljem rezultata ankete može se zaključiti da je većina vatrogasaca zadovoljna dizajnom, izgledom, udobnošću i veličinom vatrogasne odjeće koju nose tijekom intervencija. Jedino

što je istaknuto, a sa čime nisu u potpunosti zadovoljni su dimenzije i pozicija džepova na vatrogasnim hlačama.

7. LITERATURA

[1] Rogale D. i sur.: Procesi proizvodnje odjeće, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2011.

[2] Horvat, J., Regent, A.: Osobna zaštitna oprema, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009.

[3] Knez B.: Konstrukcijska priprema u odjevnoj industriji, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1994

[4] Havenith, G., Heus, R.: A test battery related to ergonomics of protective clothing, Appl. Ergonomics, 35, 2004., 1, 3-20

[5] Pejnović N.: Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela, Sigurnost 57, 2015, 229 – 242

[6] Parsons, K. C.: Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models, Appl. Ergonomics, 31, 2000., 6, 581-594

[7] Hursa Šajatović, A. i sur.: Osobna zaštitna odjeća između zahtjeva normi i uporabe, Zbornik radova 5. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2012.

[8] Šivanje i proizvodnja radne odjeće, dostupno na: http://www.dom-tex.hr/Sivanje-i-proizvodnja-radne-odjece.html, pristupljeno: 25.10.2016.

[9] Council Directive 89/686/EEC, 1989

[10] Hursa Šajatović A., D. Zavec Pavlinić, Z. Dragčević: Vatrogasni odjevni sustavi za zaštitu od topline i plamena, Tekstil, 62 (3-4), 2013., 160 – 173

[11] Anon, 2010., dostupno na: http://www.hpd-plocno.com/index.php/zdravlje-i-bolesti/48-sunanica-i-toplinski-udar , pristupljeno: 25.11.2016.

[12] Krmpotić-Nemanić J.: Anatomija čovjeka, Medicinska naklada - Zagreb, 1993.

[13] Zavec Pavlinić D., House J. R., Mekjavić I. B.: Protupožarni odjevni sustavi i njihovo vrednovanje, Sigurnost 52 (3), 2010., 251 – 262

[14] Abbott N. J., Schulman S.: Protection from Fire: Nonflammable Clothing - A Review, Fire Technology 35 (1999) 2, 205-218

[15] Kirin S. i sur.: Stanje i normizacija zaštitne odjeće, Tekstil 51 (2002.) 5, 230-237

[16] Trovi D.A., G.V. Hadjisophocleous: Research in Protective Clothing for Firefi ghters: State of the Art and Future Directions, Fire Technology 35 (1999) 2, 111-130

[17] Braicovich-Ševerdija P.: Odjeća za gašenje požara otvorenog prostora HRN EN 531 ILI HRN EN 15614?, Vatrogasni vjesnik (2009.) 5, 14- 19

[18] Fanglong Z. i sur.: Investigation of Material Combinations for Firefighter's Protective Clothing on Radiant Protective and Heat-Moisture Transfer Performance, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe 15, 2007.

[19] JOIFF-ov standardni priručnik o osobnoj zaštitnoj opremi (OZO), Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb, 2007.

[20] Kisilak D. i sur.: Umreživač Briquest kao sredstvo za obradu protiv gorenja netkanog tekstila od viskoznih vlakana, Tekstil 53, 2004.

[21] Pezelj E.; Pezelj D.: Problematika njege odjeće s funkcionalnim membranama (Issues of Clothing Care with Functional Membranes), Otočecob Krki, Slovenija,.2007

[22] Zavec Pavlinić D. i sur.: Vrednovanje interventne odjeće za vatrogasce pomoću požarne lutke, Zbornik radova 4. međunarodnog stručno-znanstvenog skupa Zaštita na radu i zaštita zdravlja, (Ed. J. Vučinić, S. Kirin), 707-712, ISBN 978-953-7343-59-0, Zadar, Hrvatska, rujan 2012., Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2012.

[23] Crown E.M., J.D. Dale: Evaluation of flash fire protective clothing using an instrument edmannequin, Re-port, University of Alberta, 1992.

[24] Zavec Pavlinić D.: Suvremeni koncept testiranja protupožarne zaštitne odjeće, Sigurnost 55, 2013., 97 – 106

[25] Boffard, K. D. & MacFarlane, C.: Urban bomb blast injuries: Patterns of injury and treatment. Surgery Annual, 25, 1993., 1, 29-47.

[26] Cooper, G. J., Maynard, R. L., Cross, N. L. & Hill, J. F.: Casualties from terrorist bombings. The Journal of Trauma, 23, 1983., 11, 955-967

[27] Anon, Pravilnik o osobnoj i zajedničkoj zaštitnoj opremi pripadnika vatrogasnih postrojbi prema pravilniku (samo dio pravilnika) te rok trajanja, 2011, dostupno na: http://ww2.vatrogasci-medjimurja.com/?folio=7POYGN0G2, pristupljeno: 26.11.2016.

[28] Hursa Šajatović A., Zavec Pavlinić D., Dragčević Z., Orehovec Z., Belinić T.: Osobna zaštitna odjeća između zahtjeva normi i uporabe, 2012, Zagreb

[29] Anon 1, 2016., dostupno na: http://www.sympatex.com/en/technologies/293/moisture-tech-360, pristupljeno: 25.11.2016.

[30] Anon: Introducing the Pro-Tech 8 Titan AU, Firefighting Glove, dostupno na: http://elliotts.net/introducing-the-pro-tech-8-titan-au-firefighting-glove, pristupljeno: 25.11.2016.

[31] Anon, How to lace in your „structural“ firefighters boot, dostupno na: http://oliver.com.au/pdf/laceup_info.pdf , pristupljeno: 22.1.2017.

[32] Anon, dostupno na: https://www.zavas.hr/artikl/113001/cizme/vatrogasne-cizme-jolly-9065-ga.html, pristupljeno: 22.1.2017.

[33] Anon, 2017, dostupno na: http://www.formquadrat.com/en/product-design/rosenbauer.html, pristupljeno: 22.1.2017.

[34] Smejkal Z.: Uređaji, oprema i sredstva za gašenje i zaštitu od požara, SKTM/Kemija u industriji, 1991.

[35] Anon,2005. http://www.nytimes.com/imagepages/2005/06/11/nyregion/20050612_GEAR_GRAPHIC.html, pristupljeno: 12.1.2017.

[36] Firšt Rogale S., Rogale D.,Nikolić G.,Dragčević Z., Inteligentna odjeća, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, 2014.

[37] Siegfried Assmann i sur.: Intelligent protective clothing for firefighters on duty, 2014., objavljeno na: https://www.researchgate.net/publication/268923752_Intelligent_protective_clothing_for_firefighters_on_duty , pristupljeno: 12.11.2016.

[38] IFAI:Wearablesensors for firefighters, 2014., dostupno na: http://advancedtextilessource.com/2014/01/11/wearable-sensors-for-firefighters/, pristupljeno: 12.11.2016.

[39] Anon: WASP™Wearable Advanced SensorPlatform, dostupno na: http://globedev.industrium.biz/innovation/wasp, pristupljeno: 12.11.2016.

[40] Eric: Intelligent clothing for the safety of Firefighters, 2008., dostupno na: http://www.talk2myshirt.com/blog/archives/390, pristupljeno: 12.11.2016.

[41] Čekić, Š.: Osnovi metodologije i tehnologije izrade znanstvenog i stručnog djela FSK, Sarajevo,1999., str. 73

[42] Zelenika, R.: Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela Ekonomski fakultetu Rijeci, Rijeka, 2000., str. 368

[43] Popović, Ž.: Pravila vatrogasne službe, Zagreb, 2008.