

A. Hursa Šajatović, Z. Dragčević, D. Zavec Pavlinić\*

## OBLIKOVANJE ZAŠTITNE ODJEĆE, OBUĆE I OPREME S ERGONOMSKOG STAJALIŠTA

UDK 687.17:331.101.1  
PRIMLJENO: 7.1.2017.  
PRIHVAĆENO: 10.5.2017.

**SAŽETAK:** Ergonomija je znanstvena disciplina u sklopu koje se istražuje interakcija između čovjeka, radnih sustava i okoline. S obzirom da čovjek obavljajući radne aktivnosti u svrhu zaštite na radu nosi odgovarajuću odjeću, obuću i opremu, ona treba biti oblikovana u skladu s ergonomskim zahtjevima. Zaštitna odjeća, obuća i oprema treba biti dizajnirana i projektirana tako da veličinom i oblikom što bolje prati dimenzije i oblik tijela korisnika, pa je potrebno napraviti statičke i dinamičke izmjere tijela korisnika. Na temelju statičke i dinamičke antropometrije ljudskog tijela mogu se utvrditi ergonomski povoljne pozicije džepova i patent zatvarača, duljine rukava, jakni, hlača, kombinezona i sl., ali i ergonomski povoljne pozicije opreme koja se upotrebljava tijekom akcidentnih situacija (npr. uređaj za održavanje radioveze, svjetiljka, oprema za zaštitu dišnih organa i sl.). Osim toga, dijelovi zaštitne odjeće međusobno se trebaju preklapati kako ne bi došlo do ozljeda zbog nepokrivenosti pojedinih dijelova tijela. U radu su prikazana pojedina rješenja funkcionalnog dizajna odjeće za zaštitu od topline i plamena koja su u skladu s ergonomskim zahtjevima, ergonomski povoljnim pozicijama i veličinama džepova i patent zatvarača, te se pojedini dijelovi zaštitne odjeće međusobno preklapaju i na taj način osiguravaju siguran rad. Također su opisani postupci testiranja ergonomskih zahtjeva zaštitne odjeće i opreme, te su prikazani rezultati provedene ankete o zadovoljstvu vatrogasaca interventnom zaštitnom odjećom kojom se koriste tijekom obavljanja radnih aktivnosti. Anketa je provedena u tri javne vatrogasne postrojbe - JVP grada Zagreba (Centar i Dubrava) i JVP grada Karlovca, te u dva dobrovoljna vatrogasna društva (DVD Dubrava i DVD Karlovac).

**Ključne riječi:** zaštitna odjeća, obuća i oprema, ergonomija, ergonomsko oblikovanje, anketa

### UVOD

Izrada odjeće i obuće ubraja se u jednu od najranijih svjesnih aktivnosti ljudske vrste s obzirom da se potreba za odjećom i obućom smatra temeljnom i trajnom ljudskom potrebom. Čovjek je svakodnevno izložen raznim nepovoljnim, a ponekad teškim i pogibeljnim radnim i životnim

uvjetima, te ga je potrebno zaštititi odgovarajućom vrstom odjeće i obuće. Zaštitna odjeća treba ispuniti osnovne zahtjeve kao što su izgled, kroj, oblik, boje, površina materijala, podatnost i ugodnost pri nošenju, otpornost na gužvanje, mrlje, habanje i sl. (Hursa Šajatović et al., 2013.). Zaštitna obuća treba ispuniti zahtjev sa stajališta estetskog izgleda i funkcionalnosti, što ovisi o modelu, obliku, vrsti kalupa, materijalu, tehnologiji izrade i dorade (finiširanja) gotove obuće. Ovisno o namjeni, odjeća i obuća (radna, vojnička, sportska i sl.) treba ispuniti zahtjeve za termoizolacijska svojstva ne narušavajući pri tome termoregulacijsku funkciju tijela, što znači

\*Doc. dr. sc. Anica Hursa Šajatović, (anica.hursa@ttf.hr), prof. dr. sc. Zvonko Dragčević, (zvonko.dragcevic@ttf.hr), Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Prilaz baruna Filipovića 28a, 10000 Zagreb, izv. prof. dr. sc. Daniela Zavec Pavlinić, Titera, d.o.o., (daniela@titerad.com; dzpavlinic@gmail.com), Obrtna ulica 40, 9000 Murska Sobota, Slovenija.

da mora omogućiti propusnost vodene pare, propusnost zraka - vjetra, fiziološku udobnost, zaštitu od padalina itd. Zaštitna oprema koja se koristi tijekom obavljanja radnih aktivnosti poput zaštitnih naočala, oprema za zaštitu od buke i sl., također, treba biti ergonomski i funkcionalno oblikovana kako bi se postigao određeni stupanj zaštite i kako bi se zadovoljili uvjeti korištenja.

Već pri projektiranju zaštitne odjeće, obuće i opreme potrebno je uzeti u obzir niz čimbenika koji utječu na ispunjenje spomenutih zahtjeva, počevši od funkcionalnog dizajna, ergonomije, odabira prikladnih materijala za izradu, udobnost i učinkovitost, tehnologija izrade, način održavanja tijekom uporabe, kao i zbrinjavanje (recikliranje) nakon uporabe (slika 1).



Slika 1. Čimbenici koji utječu na projektiranje zaštitne odjeće, obuće i opreme

Figure 1. Influencing factors for design of protective clothing, footwear and equipment

Također, važno je napomenuti da u projektiranju, dizajnu i oblikovanju zaštitne odjeće, obuće i opreme važnu ulogu trebaju imati krajnji korisnici koji u skladu sa svojim iskustvima i testiranjem prototipova u realnim uvjetima korištenja mogu dati objektivnu ocjenu ukupnog zaštitnog odjevnog sustava (svi odjevni predmeti koji se nose u realnim uvjetima počevši od donjeg rublja, preko međusloja – košulje, majice i sl. do vanjskog sloja – jakne, ogrtači), te zaštitne obuće i opreme.

Da bi dizajn zaštitne odjeće, obuće i opreme bio uspješan, potrebno je uvažiti točno definirane

funkcionalne zahtjeve i standarde koji se sastoje u sljedećem (*Dammacco et al., 2012.*):

- razmotriti funkcionalne zahtjeve korisnika
- razmotriti dizajnersko rješenje s obzirom na specifične zadatke i zadovoljavajuću estetsku komponentu
- rješenje pristaje li s obzirom na namjenu, trajnost i zadovoljava li odgovarajuće standarde
- je li prihvatljivo za korisnike uzimajući u obzir kulturološke i tradicijske vrijednosti, specifikacije, proces proizvodnje i troškove.

## ZAŠTITNA ODJEĆA, OBUĆA I OPREMA

Zaštitna odjeća, obuća i oprema najčešće pruža više zaštitnih funkcija istodobno, ali je podijeljena prema glavnoj odnosno osnovnoj zaštitnoj funkciji koju ima (*Horvat, Regent, 2009.*). Kako bi se odabrala zaštitna odjeća, obuća i oprema koja će odgovarati namjeni i specifičnostima radnog mjesta, potrebno je uz procjenu rizika napraviti analizu ergonomskih zahtjeva radnog mjesta, uvjeta okoliša te proučiti utjecaj ergonomije na rad i ugođaj čovjeka u radnom prostoru.

Zaštitna odjeća mora biti izrađena od kvalitetnih materijala posebnih svojstava koji će joj osigurati dugi životni vijek i što jednostavnije održavanje, a ujedno će korisniku pružiti odgovarajuću razinu zaštite i sigurnosti.

Zaštitna obuća je obuća koja se koristi za zaštitu noge i stopala, a ima ugrađenu zaštitnu kapicu za zaštitu prstiju za srednja teretna opterećenja koja se testira energijom udara do 100 J. Zaštitna obuća treba zadovoljavati normu HRN EN ISO 20346 – Osobna zaštitna oprema – Zaštitna obuća. Zaštitna obuća s obzirom na materijal od kojeg se izrađuje dijeli se u dva razreda:

- **I. razred** - zaštitna obuća izrađena od kože i drugih materijala, osim obuće koja je u cijelosti izrađena od prirodnog ili sintetičkog polimera i
- **II. razred** - gumena obuća (u cijelosti vulkanizirana) ili obuća izrađena od pri-

rodnog ili sintetičkog polimera (u cijelosti brizgana); (*Horvat, Regent, 2009.*).

Osobna zaštitna oprema (OZO) može se podijeliti u 3 kategorije:

- **I. kategorija** – OZO jednostavnog dizajna koja obuhvaća isključivo zaštitnu odjeću namijenjenu zaštiti od manjih opasnosti (npr. od mehaničkog djelovanja čiji su učinci površinski, opasnosti kod temperatura do 50 °C i sl.)
- **II. kategorija** – OZO intermedijarnog dizajna (nije ni jednostavna, ni složena; npr. biciklističke kacige, odjeća visoke vidljivosti)
- **III. kategorija** – OZO složenog dizajna koja je namijenjena za zaštitu od smrtonosnih opasnosti ili opasnosti koje mogu ozbiljno ugroziti zdravlje korisnika i izazvati invaliditet (npr. respiratorni uređaji za zaštitu dišnih organa, OZO za zaštitu od kemijskih supstanci, interventna oprema za zaštitu od visokih temperatura i sl.); (*Horvat, Regent, 2009., Geršak, Marčić, 2013.*).

### Zahtjevi za zaštitnu odjeću, obuću i opremu

U skladu s Europskom direktivom vijeća 89/686/EEZ u prilogu II. definirani su bitni zdravstveni i sigurnosni zahtjevi za osobnu zaštitnu opremu. Opći zahtjevi koji se primjenjuju na svu OZO su načela projektiranja (ergonomija, razine i klase rizika), neškodljivost OZO-a, udobnost i učinkovitost (prilagođavanje OZO-a korisniku, lakoća i čvrstoća projektiranja, kompatibilnost različitih tipova ili klasa OZO-a namijenjenih za istovremenu uporabu), te informacije koje dostavlja proizvođač (npr. podaci o skladištenju, uporabi, čišćenju, servisiranju i sl.). Direktiva 89/686/EEZ je tzv. Proizvodna direktiva i povezana je s Pravilnikom o stavljanju na tržište OZO-a (*2016.*) Nadalje, Europska direktiva vijeća 89/656/EEZ o minimalnim sigurnosnim i zdravstvenim zahtjevima za uporabu osobne zaštitne opreme na radnom mjestu je tzv. Korisnička direktiva koja je povezana s Pravilnikom o uporabi osobnih zaštitnih sredstava u RH (*Regent, 2016.*).

Opća norma za zaštitnu odjeću koja je prihvaćena i primjenjuje se u Republici Hrvatskoj kao hrvatska norma je HRN EN 340:2004 – Zaštitna odjeća – opći zahtjevi (*Horvat, Regent, 2009.*). Osnovni zdravstveni i ergonomski zahtjevi za zaštitnu odjeću prema HRN EN 340:2004 jesu:

- **Neškodljivost** - zaštitna odjeća ne smije nepovoljno utjecati na zdravlje korisnika i treba biti izrađena od materijala kao što su tekstil, koža, guma, plastika i drugi koji ne smiju za vrijeme upotrebe propuštati ili razgrađivanjem propuštati supstance za koje je poznato da su otrovne, karcinogene, mutagene, alergene, reproduktivno toksične ili na drugi način štetne.
- **Dizajn** - odjeća treba biti dizajnirana i izrađena tako da veličinom i oblikom što bolje prati dimenzije i oblik tijela korisnika, te da tijekom nošenja prati statičku i dinamičku antropometriju čovjeka. Dizajn zaštitne odjeće mora osigurati da prilikom očekivanih kretanja korisnika niti jedan dio tijela nije nepokriven, tj. da postoji odgovarajuće preklapanje dijelova odjeće, kao i kompatibilnost s drugom osobnom zaštitnom odjećom.
- **Udobnost** je subjektivan osjećaj i najčešće se definira kao odsutnost boli odnosno neudobnosti. Zaštitna odjeća mora imati osobinu elastičnosti, te mora osiguravati udobnost pri svakom pokretu. Zaštitna odjeća ne smije imati oštru, grubu ili tvrdu površinu koja izaziva iritaciju ili ozljedu korisnika, ne smije biti toliko zategnuta da pri tom ograničava protok krvi ili labava i/ili teška da otežava kretanje.
- **Starenje odnosno vijek trajanja odjeće** - odjeća tijekom održavanja (pranja ili kemijskog čišćenja) ne smije promijeniti boju (postojanost obojenja) ili dimenzije (dopušteno  $\pm 3\%$ ), te mora trajati određeni broj ciklusa pranja ili kemijskog čišćenja.
- **Općenito i specifično označavanje odjeće** - zaštitna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine koja je temeljena na tjelesnim dimenzijama mjenjenim u centimetrima (tjelesna visina, opseg grudi

i struka). Ovisno o vrsti odjeće mogu se napraviti i dodatne izmjere kao što su dužina rukava, dužina nogavica i sl. (Hursa Šajatović i sur., 2012.).

Ova opća norma primjenjuje se isključivo u kombinaciji s drugim normama koje sadrže zahtjeve za specifičnim svojstvima odjeće koja mora pružiti željenu zaštitu.

Zaštitna obuća u skladu s normama treba zadovoljavati osnovne i dodatne zahtjeve. U Tablici 1 prikazani su osnovni zahtjevi koje treba zadovoljavati zaštitna obuća prema normi HRN EN ISO 20346 i razredima (vrsti materijala). U Tablici 2 prikazani su dodatni zahtjevi za zaštitnu obuću i piktogrami za označavanje svojstava zaštitne obuće.












**Tablica 1. Kategorije, razredi i osnovni zahtjevi na zaštitnu obuću u skladu s normom HRN EN ISO 20346**

**Table 1. Categories, classes and basic requirements for protective footwear according to the HRN EN ISO 20346 norm**

	Kategorija	Razred	Osnovni zahtjevi
<b>Zaštitna obuća prema HRN EN ISO 20346</b>	PB		Samo osnovni zahtjevi
	P1	I	Zatvoreni lub (apsorbirajuća peta)
			Antistatička svojstva
			Apsorpcija energije luba (apsorbirajuća peta)
	P2	I	Kao P1 + vodootpornost (prodiranje i apsorpcija vode)
	P3	I	Kao P2 + đon otporan na probijanje i protuklizni đon
	P4	II	Antistatička svojstva
			Apsorpcija energije luba (apsorbirajuća peta)
P5	II	Kao P4 + đon otporan na probijanje i protuklizni đon	

**Tablica 2. Dodatni zahtjevi za zaštitnu obuću i piktogrami za označavanje svojstava zaštitne obuće**

**Table 2. Additional requirements for protective footwear and pictograms labelling different features of protective footwear**

	Zahtjev	Piktogrami
Cijela obuća	Otpornost na probijanje	
	Električna otpornost:	
	• vodljiva obuća	
	• antistatična obuća	
	• električki izolirajuća obuća	
	Otpornost na nepovoljan okoliš	
	• izolacija donjišta od topline	
	• izolacija donjišta od hladnoće	
	Apsorpcija energije u peti	
	Otpornost na vodu	
	Zaštita metatarznog dijela (gornjište sa zaštitom od udaraca)	
	Zaštita gležnja	
Otpornost na razrezivanje		
Gornjište	Propuštanje i upijanje vode	
Potplat	Otpornost na kontaktnu toplinu	
	Otpornost na pogonsko gorivo	

Osobna zaštitna oprema, također, u skladu s Europskom direktivom vijeća 89/686/EEZ treba zadovoljavati opće i dodatne zahtjeve. Opće zahtjeve moraju zadovoljavati sva OZO. Međutim, postoje dodatni zahtjevi zajednički za nekoliko klasa ili tipova OZO-a, a u koje se ubrajaju: OZO s ugrađenim sustavima podešavanja, OZO koji „obuhvaća“ dijelove tijela koji se štite, OZO za lice, oči i dišne putove, OZO podložna starenju, OZO namijenjen za uporabu u eksplozivnim atmosferama itd. U Direktivi su definirani i dodatni zahtjevi specifični za određene rizike kao npr. zaštita od mehaničkog udara, zaštita od statičkog tlačenja dijela tijela, zaštita od tjelesne ozljede (ogrebotine, probijanje, posjekotine ili ubodi), sprečavanje utapanja (prsluci za spašavanje, ručni koluti i odijela za spašavanje), zaštita od štetnih djelovanja buke, zaštita od topline odnosno vatre itd.

### **Ergonomija i ergonomski zahtjevi u projektiranju osobne zaštitne opreme**

Ergonomija (grč. ERGON - djelo, čin, rad; grč. NOMOS - običaj, red, zakon) je znanstvena disciplina čije je istraživanje usmjereno na interakciju između čovjeka, radnih sustava i okoline. Zbog toga se ergonomija temelji na anatomiji, fiziologiji, psihologiji, biomehanici, antropologiji, dizajnu i inženjerskim znanostima. Ergonomija se bavi proučavanjem rada, odnosno aktivnostima radnika kojima se postižu ciljevi i obavljaju zadaci u sklopu proizvodnog sustava. Istraživanjem aktivnosti radnika u radnom procesu, radna odjeća, obuća i oprema predstavlja važnu i središnju komponentu za zaštitu radnika u slučaju izloženosti opasnostima tijekom rada. U sklopu analize zaštitne odjeće tijekom obavljanja radnih aktivnosti potrebno je razmotriti:

- 1. udobnost odjeće** – stanje koje se percipira kao ugodno i u kojem se ljudsko tijelo ne treba prilagođavati da se osjeća dobro
- 2. funkcionalnost** – sposobnost pravilnog korištenja i služenja svrsi (svrhovitost)
- 3. upotrebljivost** – prikladnost proizvoda za uporabu (*Castillo, Cubillos, 2012.*).

Pri dizajnu i oblikovanju proizvoda namijenjenih korištenju čovjeku s ergonomskog stajališta u obzir se uzimaju građa i funkcija čovjeka, te je potrebno poznavati i pokrete koje čovjek izvodi pri izvršavanju svakodnevnih zadataka. Osim toga, potrebno je poznavati statičke i dinamičke izmjere tijela (statička i dinamička antropometrija), ali i amplitude pokreta u zglobovima, dohvatno polje i mišićnu snagu u različitim položajima tijela. Kako bi se dobile odgovarajuće tjelesne mjere prema kojima se provodi konstrukcija odjeće i određivanje pozicija pojedinih elemenata odjeće (npr. džepovi, zatvarači, ovratnici, ojačanja na laktovima, koljenima i sl.), potrebno je izmjeriti ljudsko tijelo u statičkom i dinamičkom stavu. Kod ručnog uzimanja tjelesnih mjera upotrebljavaju se ovi instrumenti: antropometar, vrpca za mjerenje, kljunasti klizni antropometar, kutomjer i vaga (*Ujević i sur., 2006.*). Mjerenje ljudskog tijela može se provesti beskontaktno pomoću 3D body skenera, te se izmjere ljudskog tijela dobivaju potpuno automatski (*Tehničke informacije..., 2016.*).

Kako bi se osigurao ergonomski pristup i primjena ergonomskih načela pri oblikovanju zaštitne odjeće, obuće i opreme, uz antropometriju potrebno je poznavati metode iz znanstvenih i stručnih područja kao što su fiziologija, medicinska rada, sigurnost pri radu, biomehanika, dizajn, oblikovanje i konstrukcija (*Bullinger, 1994.*). Zadatak antropometrije je što točnije mjerenjima okarakterizirati morfološke osobine ljudskog tijela. Ako je tijelo u stanju mirovanja, mjerenjima se dobivaju dimenzije statičkih antropometrijskih varijabli, a ako se tijelo giba dobivaju se dimenzije dinamičkih antropometrijskih varijabli (*Verhovnik, Polajnar, 1994.*). Dimenzije dinamičkih antropometrijskih varijabli su informacije o amplitudama pokreta u zglobovima, dohvatnom polju ruku, mišićnoj snazi i kinetičkim lancima, a odnose se na različite radne položaje tijela. Dinamička antropometrija ovisi o stupnjevima slobode gibanja pojedinih dijelova tijela u frontalnoj, sagitalnoj i transverzalnoj ravnini, te može ovisno o mogućnostima pojedinog zglobnog sustava ili kinematičkog lanca biti u udobnom ili maksimalnom području. Navedene

izmjere statičke i dinamičke antropometrije ljudskog tijela najčešće se primjenjuju u oblikovanju radnih mjesta, a mogu se primijeniti i kod funkcionalnog oblikovanja zaštitne odjeće i opreme (Bullinger, 1994.).

Da bi zaštitna odjeća, obuća i oprema osigurala osnovne i sve dodatne zahtjeve u skladu s Direktivom 89/686/EEC, propisanim normama, zakonima i pravilnicima, potrebno je sustavno i inženjerski pristupiti njihovom projektiranju. Prilikom projektiranja OZO-a potrebno je uzeti u obzir osim zaštitne funkcije, funkcionalnost i udobnost. Udobnost uključuje fiziološke i psihološke, te mehaničke i ergonomske aspekte. Zaštitna odjeća i oprema treba biti ergonomski oblikovana, u skladu s dinamičkim antropometrijskim uvjetima korištenja, a pri izvođenju radnih aktivnosti mora osiguravati udobnost nošenja i visok stupanj slobode pokreta (Geršak, Marčić, 2013.). Nadalje, treba biti funkcionalno dizajnirana, pri čemu treba sagledati sve mogućnosti uvjeta upotrebe kao što su nošenje alata, aparata za disanje, sustava za praćenje vitalnih funkcija ljudskog tijela i sl.

## ISTRAŽIVANJE I TESTIRANJE ERGONOMSKIH ZAHTJEVA OSOBNJE ZAŠTITNE OPREME

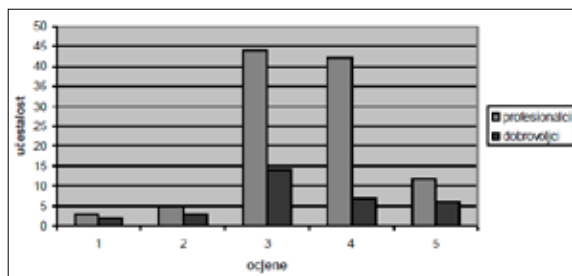
Testiranje zaštitne odjeće, obuće i opreme danas se provodi u skladu s nizom standardiziranih metoda koje su propisane normama. Norme propisuju ispitivanje materijala od kojih je izrađena zaštitna odjeća, obuća i oprema, te su razvijeni suvremeni instrumenti i uređaji za mjerenje karakteristika odjeće i obuće (termalne lutke, požarne lutke i sl.). Međutim, često se zanemaruje utjecaj tehnoloških procesa proizvodnje (npr. šivači ubodi, šavovi, dodatne dorade na

materijalu i odjeći i sl.), utjecaj dizajna, veličine i pristajalosti odjeće kao i međusobna interakcija zaštitne odjeće, obuće i opreme kao cjelovitog odjevnog sustava koji štiti radnika od opasnosti kojima je izložen tijekom obavljanja radnih aktivnosti. Danas se odjevni sustavi testiraju u realnim uvjetima uporabe na korisnicima čime se dobivaju točni podaci o udobnosti odjeće, fiziološkom opterećenju, zaštiti od hladnoće i topline, ergonomskom dizajnu, pristajalosti, zaštiti od kiše i sl. (Havenith, Heus, 2000.).

Istraživanje ergonomije i ergonomske načela korištenih u dizajnu provodi se na korisnicima koji nose cjelokupni odjevni sustav (odjeća, obuća, oprema) u radnim uvjetima, te se utvrđuje funkcionalnost, stupanj zaštite i sigurnosti, ocjenjuje se pokretljivost odnosno stupanj slobode gibanja, dizajn (preklapanje pojedinih odjevnih predmeta tijekom nošenja npr. jakna i hlače, duljina rukava i nogavice hlača) i kompatibilnost s ostalom opremom (Havenith, Heus, 2000.).

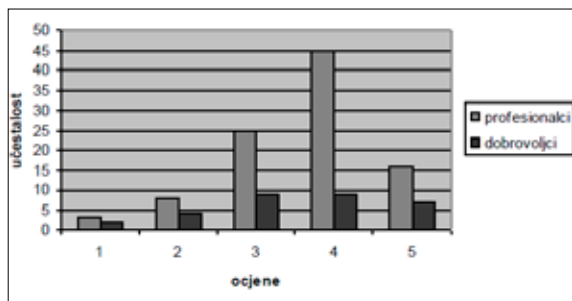
## REZULTATI I RASPRAVA

U sklopu istraživanja ergonomske zahtjeva vatrogasne odjeće provedena je anketa o zadovoljstvu i poznavanju odjeće koju nose vatrogasci u javnim vatrogasnim postrojbama grada Zagreba i Karlovca, te u dobrovoljnim vatrogasnim društvima. Ukupno je prikupljeno 138 anketa, od čega je 107 anketa ispunjeno u javnim vatrogasnim postrojbama (dvije JVP u Zagrebu – Centar i Dubrava i JVP grada Karlovca) što je 78 % svih ispitanika, a 31 anketa u dobrovoljnim vatrogasnim društvima (DVD Dubrava i DVD grada Karlovca), što je 22 % svih ispitanika. Na slikama 2-9 prikazani su dijagrami o zadovoljstvu vatrogasca zaštitnom odjećom koju nose sa stajališta ergonomske zahtjeva.



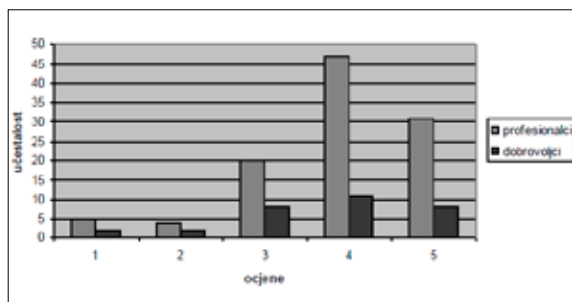
Slika 2. Zadovoljstvo izgledom i krojem vatrogasnog odijela\*

Figure 2. Satisfaction with appearance and cut of fire suit\*



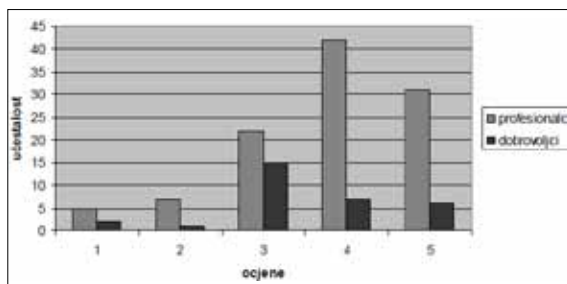
Slika 3. Zadovoljstvo odjevnom veličinom vatrogasnog odijela\*

Figure 3. Satisfaction with size of fire suit\*



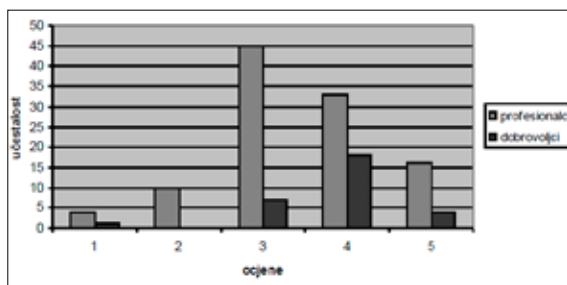
Slika 4. Zadovoljstvo veličinom džepova na jakni\*

Figure 4. Satisfaction with jacket pocket size\*



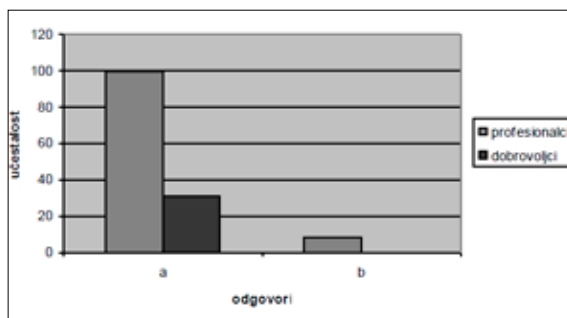
Slika 5. Zadovoljstvo veličinom džepova na hlačama\*

Figure 5. Satisfaction with trouser pocket size\*



Slika 6. Zadovoljstvo veličinom džepova na kombinezonu\*

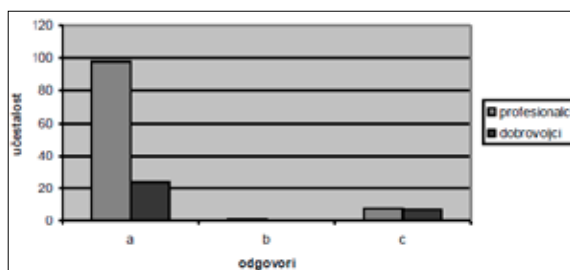
Figure 6. Satisfaction with overalls pocket size\*



Slika 7. Zadovoljstvo s pozicijom gornjih/donjih džepova (Legenda: a – da; b – ne)

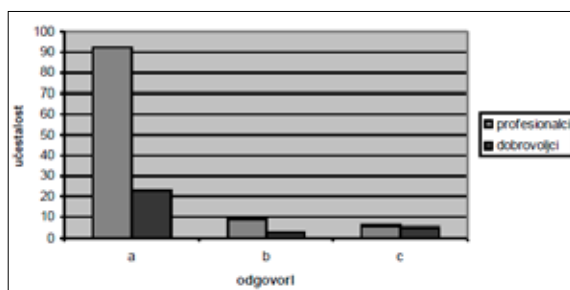
Figure 7. Satisfaction with upper/lower pocket position (Key: a – yes; b – no)

\*Legenda: 1 - potpuno nezadovoljstvo, do 5 - potpuno zadovoljstvo, Key: 1 – complete dissatisfaction, to 5 – complete satisfaction



Slika 8. Zadovoljstvo duljinom rukava (Legenda: a - zadovoljni; b - prekratki; c - predugački)

Figure 8. Satisfaction with sleeve length (Key: a – satisfied; b – too short; c – too long)

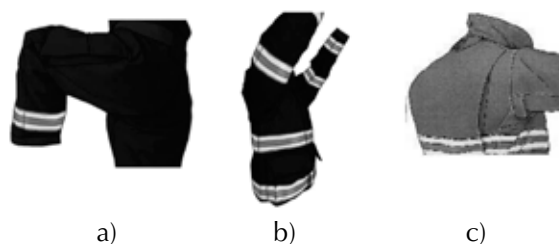


Slika 9. Zadovoljstvo duljinom nogavica (Legenda: a - zadovoljni; b - prekratki; c - predugački)

Figure 9. Satisfaction with trouser length (Key: a – satisfied; b – too short; c – too long)

Zaštitna interventna odjeća za vatrogasce sa stajališta zahtjeva dizajna (preklapanje pojedinih odjevnih predmeta tijekom nošenja npr. jakna i hlače, duljina rukava i nogavice hlača, pozicije džepova) i pokretljivosti u skladu s provedenom anketom prema mišljenju korisnika, u najviše slučajeva dobro i vrlo dobro zadovoljava navedene zahtjeve. S obzirom na spomenuto, postoji mogućnost poboljšanja koja su moguća ako se zaštitna odjeća izrađuje po mjeri za svakog vatrogasca u skladu s izmjerama tijela.

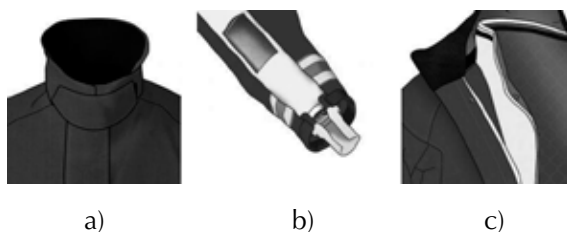
Na slici 10 prikazana su rješenja dizajna, oblikovanja i konstrukcije odjeće primijenjena u izradi vatrogasnih interventnih odijela u skladu s ergonomskim zahtjevima za dovoljnom duljinom rukava i nogavica hlača, dovoljnom komocijom u području koljena i sjedalnog šava hlača, te u području leđa i ramena (Globe Turnout Gear, 2017.).



Slika 10. Rješenja dizajna, oblikovanja i konstrukcije odjeće u skladu s ergonomskim zahtjevima - dovoljna duljina i komocija: a) hlača u području koljena i sjedalnog šava; b) rukava i interventne jakne; c) na leđima i rukavu na jakni

Figure 10. Final design, cut and construction of clothing conforming to ergonomic requirements – appropriate length and comfort: a) of trousers in knee and centre back seam area; b) of sleeves and intervention jacket; c) of back and jacket sleeve

Da bi se osiguralo preklapanje pojedinih odjevnih predmeta u cjelokupnom zaštitnom odjevnom sustavu, te kako bi se na taj način osiguralo da pojedini dijelovi tijela ne budu izloženi vanjskim utjecajima i ugrozama, na zaštitnoj odjeći oblikovani su i izrađuju se dvostruki preklopi kopčanja, povišeni ovratnici, produžetci na rukavima koji sprečavaju ulazak vode u jaknu i izrađeni su od vatrootpornih materijala, mogućnost skidanja podstave i unutarnjeg sloja jakne ili hlača (na taj način moguće je kontrolirati i pregledavati je li došlo do oštećenja specijalnih vodonepropusnih i paropropusnih membrana koje su sastavni dio višeslojnih odjevnih predmeta – slika 11); (Globe Turnout Gear, 2017.).



Slika 11. Rješenje dizajna i oblikovanja zaštitne odjeće: a) dvostruki preklop na prednjoj sredini i povišeni ovratnik; b) produžetci na rukavima; c) mogućnost skidanja podstave i unutarnjeg sloja jakne

Figure 11. Final design and cut of protective clothing: a) front centre double overlap and raised collar; b) sleeve extensions; c) possibility of removing jacket lining and inner layer



Prikazana rješenja dizajna, oblikovanja i konstrukcije interventne vatrogasne odjeće izrađena su u skladu s ergonomskim zahtjevima u svrhu zaštite korisnika.

## ZAKLJUČAK

U radu su opisani ergonomski zahtjevi koji su u skladu s Europskom direktivom 89/686/EEZ i normama propisani za zaštitnu odjeću, obuću i opremu, te načini testiranja i ispitivanja zaštitne opreme sa stajališta ergonomskih zahtjeva. Osim navedenog, u radu je opisana važnost ergonomije u postupku dizajna i oblikovanja zaštitne odjeće, obuča i opreme kako bi ista zadovoljila uvjete korištenja, sigurnosti i zaštite krajnjih korisnika. Također su prikazani rezultati provedene ankete o zadovoljstvu vatrogasaca interventnom vatrogasnom odjećom sa stajališta ergonomskih zahtjeva (zadovoljstvo izgledom i krojem, odjevnom veličinom, pozicijom i veličinom džepova na jakni, hlačama i kombinezonu, duljinom rukava i nogavica hlača). Anketa je provedena na uzorku od 107 profesionalnih vatrogasaca i 31 dobrovoljnog vatrogasca, te dobiveni podaci pokazuju da zaštitna odjeća uglavnom dobro i vrlo dobro zadovoljava potrebe korisnika. Osim toga, prikazana su rješenja dizajna, oblikovanja i konstrukcije zaštitne odjeće koja utječu na udobnost, sigurnost i zaštitu korisnika sa stajališta ergonomskih zahtjeva. Moguća poboljšanja mogu se postići izradom interventne vatrogasne odjeće po mjeri za svakog korisnika, uz detaljne izmjere statičkih i dinamičkih varijabli.

## ZAHVALA

Rad je dio istraživanja koja su provedena i financirana sredstvima Potpore znanstvenim i umjetničkim istraživanjima za 2016. godinu pod naslovom *Zaštitni odjevni sustavi iz visokoučinkovitih tekstilnih materijala u kontekstu održivog razvoja*, oznaka TP10/16.

Autori zahvaljuju javnim vatrogasnim postrojbama i dobrovoljnim vatrogasnim društvima gradova Zagreba i Karlovca u kojima je provedena anketa.

## LITERATURA

Bullinger, H.J.: *Ergonomie, Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung*, B.G.Teubner Stuttgart, Stuttgart, 1994.

Castillo, J., Cubillos, A.: Ergonomic principles to design clothing work for electrical workers in Colombia, *Work*, 41, 2012., 623-627.

Dammaco, G., Turco, E., Glogar, M.I.: Design of Functional Protective Clothing, U: *Functional Protective Textiles*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 37-70, 2012.

*Direktiva vijeća 89/686/EEZ o usklađivanju zakonodavstva država članica u odnosu na osobnu zaštitnu opremu*, dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/>, pristupljeno: 20.12.2016.

Geršak, J., Marčić, M.: Složeni koncept projektiranja funkcionalne zaštitne odjeće, *Tekstil*, 62, 2013., 1-2, 31-37.

*Globe Turnout Gear*, dostupno na: <http://globe-turnoutgear.com/turnout-gear/>, pristupljeno: 10.1.2017.

Havenith, G., Heus, R.: Ergonomics of Protective Clothing, U: *Book of Proceedings of the 1st European Conference on Protective Clothing*, National Institute for Working Life, Stockholm, 26-29, 2000.

Horvat, J., Regent, A.: *Osobna zaštitna oprema*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009.

*HRN EN 340:2004 Zaštitna odjeća – Opći zahtjevi (EN 340:2003)*

Hursa Šajatović, A. i sur.: Osobna zaštitna odjeća između zahtjeva normi i uporabe, U: *Zbornik radova - 5. međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo*, Tekstilno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 165-170, 2012.

Hursa Šajatović, A., Zavec Pavlinić, D., Dragčević, Z.: Vatrogasni odjevni sustavi za za-

štitu od topline i plamena, *Tekstil*, 62, 2013., 3-4, 160-173.

Regent, A.: Nova Europska legislativa o osobnoj zaštitnoj opremi, *Sigurnost*, 58, 2016., 2, 155-162.

*Standard HRN EN ISO 20346 Osobna zaštitna oprema - Zaštitna obuća*

*Tehničke informacije tvrtke Human Solutions: 3D body scanner Vitus Smart*, dostupno na: <http://www.human-solutions.com/fashion/>

front\_content.php?idcat=813, pristupljeno: 15.12.2016.

Ujević, D. i sur.: Antropometrijski instrumenti i njihova primjena, U: *Hrvatski antropometrijski sustav – podloga za nove hrvatske norme za veličinu odjeće i obuće*, Sveučilište u Zagrebu, Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb, 211-223, 2006.

Verhovnik, V., Polajnar, A.: *Oblikovanje dela in delovnih mest*, Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta, Oddelek za strojništvo, Maribor, 1994.

## **ERGONOMIC DESIGN OF PROTECTIVE CLOTHING, FOOTWEAR AND EQUIPMENT**

*SUMMARY: Ergonomics is a scientific discipline that explores the interaction between man, working systems and environment. Persons engaged in work activities should be protected according to workplace safety regulations by means of appropriate clothing, footwear and equipment specifically designed to meet ergonomic requirements. Protective clothing, footwear and equipment should be designed and engineered in such a way that their size and shape follow the dimensions and shape of the user's body. In order to achieve this, it is necessary to make static and dynamic measurements of the user's body. Based on static and dynamic anthropometry we have identified ergonomically favourable positions for pockets and zippers and the optimum length of sleeves, jackets, trousers, overalls, etc., as well as ergonomically favourable positions for incident-related equipment (e.g. devices for maintaining radio connections, lamp, breathing apparatus, etc.). In addition, it was established that some garments should overlap in order to avoid injury due to exposure of body parts. The paper provides examples of functional clothing designed for protection against heat and fire. The examples meet ergonomic requirements by identifying favourable pocket and zipper positions and sizes as well as by ensuring that some parts of protective clothing overlap to provide safety and protection. The paper also describes the method used for testing the ergonomic requirements of protective clothing and equipment, and presents the results of the survey that measured fire fighters' satisfaction with this kind of protective clothing. The survey was conducted in three public fire brigades – two in Zagreb (Centre and Dubrava) and one in Karlovac, as well as two volunteer fire brigades (Dubrava and Karlovac).*

**Key words:** *protective clothing, footwear and equipment, ergonomics, ergonomic design, survey*

*Subject review  
Received: 2017-01-07  
Accepted: 2017-05-10*