

Zaštitna oprema za zavarivače - ocjena sukladnosti, razredba i značajke zaštitne odjeće

Personal protective equipment for welders - conformity assessment, classification and performance of protective clothing

Antoneta Tomljenović^{1*}, Juraj Povodnik²

¹Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, Zavod za materijale, vlakna i ispitivanje tekstila, Prilaz baruna Filipovića 28a, HR-10 000 Zagreb

²Mirta-Kontrol d.o.o., Javorinska 3, 10040 Zagreb

*Korespondencija: antoneta.tomljenovic@tff.unizg.hr

Pregledni rad / Review paper

DOI: 10.34187/ko.70.3-4.3

Sažetak

U radu je dan prikaz podjele zaštitne opreme za zavarivače, materijala od kojih se izrađuje te usklađenih hrvatskih norma u području primjene europske Uredbe (EU) 2016/425 o osobnoj zaštitnoj opremi. Prema odredbama predmetne Uredbe opisan je postupak ocjene sukladnosti i certificiranja osobne zaštitne opreme za zavarivače s obzirom na II. kategoriju rizika od kojih treba pružiti zaštitu. S posebnim osvrtom na zaštitnu odjeću za zavarivače dan je detaljni pregled zahtjeva koji se postavljaju na gotove odjevne proizvode i sastavne materijale od kojih se izrađuje – kožu i tekstilne materijale. Definirane su ispitne metode za provjeru specifičnih značajki i ocjenu sukladnosti zaštitne odjeće za zavarivače te odgovarajuća razredba razine zaštite, utvrđenih normom HRN EN ISO 11611:2015, a usklađenih s bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima Uredbe (EU) 2016/425.

Ključne riječi: osobna zaštitna oprema za zavarivače, ocjena sukladnosti, razredba, značajke zaštitne odjeće

Abstract

This paper provides an overview of the classification of personal protective equipment for welders, the materials from which the equipment is made, and the harmonized Croatian standards under Regulation (EU) 2016/425. Conformity assessment and certification procedures for personal protective equipment for welders in accordance with the Regulation, concerning II. risk category against which the PPE is intended to protect have been described.

With special reference to protective clothing for welders, a detailed overview of the requirements for garments and their component materials (leather and textile materials) is given. Test methods for specific performance testing and conformity assessment of protective clothing for welders and classification of the level of protection have been established, determined by the standard HRN EN ISO 11611:2015 and harmonized with the essential health and safety requirements of Regulation (EU) 2016/425.

Keywords: personal protective equipment for welders, conformity assessment, classification, protective clothing performance

1. Uvod

Zavarivanje je spajanje dvaju ili više istovrsnih ili raznovrsnih materijala, taljenjem ili pritiskom, sa ili bez dodavanja dodatnog materijala, na način da se dobije homogen zavareni spoj. Prema načinu spajanja metode zavarivanja se dijele u dvije skupine:

- zavarivanje taljenjem odn. zavarivanje materijala u rastaljenom stanju na mjestu spoja uz dodatni materijal ili bez njega. Može biti elektrolučno i plinsko.
- zavarivanje pritiskom odn. zavarivanje materijala u čvrstom ili omekšanom stanju na mjestu spoja uz pomoć pritiska ili udarca. Razlikujemo kovačko i elektrootporno zavarivanje [1, 2].

Pritom se za zavarivanje mogu koristiti različiti izvori energije, primjerice mlaz vrućih plinova (plinski plamen ili mlaz plazme), električni luk, tok nabijenih čestica (mlaz elektrona ili iona u vakuumu), tokovi zračenja (laser), električna struja (elektrootporno zavarivanje), trenje, ultrazvuk i slično [3]. Plinsko zavarivanje je jedan od najstarijih postupaka zavarivanja taljenjem, a elektrolučno zavarivanje je najčešći i najrašireniji postupak kod kojega se stvaranjem električnog luka generira toplina koja omogućuje taljenje. Ručno elektrolučno zavarivanje obloženim elektrodama (REL, eng. MMA od Manual Metal Arc), postupci elektrolučnog zavarivanja taljivom elektrodom u zaštitnoj plinskoj atmosferi (eng. MIG od Metal Inert Gas te MAG od Metal Active Gas), zavarivanje s netaljivom elektrodom u zaštiti neutralnog ili inertnog plina (TIG, eng. Tungsten Inert Gas) su neki od često primjenjivanih postupaka elektrolučnog zavarivanja [1,4]. Osim navedenih, u skupini zavarivanja taljenjem mogu se istaknuti zavarivanje elektronskim mlazom, lasersko zavarivanje i zavarivanje plazmenim lukom, a u skupini zavarivanja pritiskom elektrootporno zavarivanje čija ja najčešća forma točkasto zavarivanje [5].

Zavarivanje može prouzročiti ugrozu sigurnosti radnika na mjestu rada uslijed pojave i prisutnosti iskri, malih prskotina rastaljenog metala

(promjera do nekoliko μm), visokog intenziteta infracrvenog (IR) i ultraljubičastog (UV) zračenja, topline, užarenog metala, pare, dima i štetnih plinova te mogućeg električnog udara. Tako primjerice elektrolučno zavarivanje nosi niz mogućih ugroza kao što su udar električne struje na primarnoj ili mrežnoj strani; udar električne struje na sekundarnoj ili zavarivačkoj strani; opekline pojedinih dijelova tijela zbog prskanja užarenih metalnih čestica te pri dodiru s vrućim ili užarenim metalnim površinama; oštećenja očiju zbog štetnog intenzivnog zračenja u vidljivom dijelu spektra (bljesak i zaslijepljenje), UV te IR zračenja; oštećenja kože u obliku upala koje nastaju pod utjecajem jakog UV zračenja; oštećenje očiju zbog iskri i prskotina; oštećenje dišnog sustava udisanjem štetnih plinova, para i dimova koji nastaju pri zavarivanju, a ovisi o vrsti elektrode te u manjoj mjeri o vrsti predmeta obrade; pojava požara/zapaljenje gorivih tvari u blizini mjesta zavarivanja i sl. [1, 6, 7].

S obzirom da takvi izvori opasnosti odnosno štetnosti i očekivani rizici mogu ugroziti zdravlje i sigurnost radnika, od iznimne je važnosti primjenjivati odgovarajuću osobnu zaštitnu opremu (OZO) i zaštititi sve dijelove tijela za vrijeme zavarivanja.

2. Osobna zaštitna oprema za zavarivače

Zahtjevi za projektiranje i proizvodnju OZO-e koja se stavlja na raspolaganje tržištu Europske Unije sa svrhom osiguravanja zaštite zdravlja i sigurnosti korisnika, kao i pravila o slobodnom protoku OZO-e u Uniji utvrđeni su Uredbom (EU) 2016/425 Europskog Parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2016. god. o osobnoj zaštitnoj opremi i stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 89/686/EEZ koja se u potpunosti primjenjuje od 21. travnja 2018. god. [8]. Pritom se pod osobnom zaštitnom opremom podrazumijeva: a) oprema koju pojedinac nosi ili drži, a projektirana je i proizvedena u svrhu zaštite od jedne ili više opasnosti po njegovo zdravlje ili sigurnost; b) zamjenjive komponente za opremu iz točke a) koje su bitne za njezinu zaštitnu funkcionalnost te c) sustavi za priključivanje za opremu iz točke a)

koje pojedinac ne drži niti nosi, a projektirani su za priključivanje te opreme na vanjsku napravu ili pouzdano vanjsko uporište, ali ne trajno pričvršćeni i bez pričvršćivanja prije uporabe.

Definirane su tri kategorije rizika od kojeg OZO treba zaštititi korisnike [8]. Kategorija I obuhvaća minimalne rizike, kategorija II rizike srednjeg intenziteta, a kategorija III obuhvaća samo rizike koji mogu izazvati vrlo ozbiljne posljedice poput smrti ili trajnih zdravstvenih posljedica, a korisnik ih ne može na vrijeme prepoznati. Osobna zaštitna oprema za zavarivače je projektirana u svrhu zaštite korisnika od druge kategorije rizika i mora zadovoljavati bitne zdravstvene i sigurnosne zahtjeve koji se na nju primjenjuju, a dijele se na opće i dodatne.

• Opći zahtjevi primjenjivi na svu OZO-u

Kako OZO mora osiguravati odgovarajuću zaštitu korisnika od rizika kojima je izložena, posebice je potrebno voditi računa o načelima njezina projektiranja, neškodljivosti, udobnosti i učinkovitosti te odgovarajućem sadržaju uputa proizvođača i informacijama koje trebaju biti priložene uz OZO-u.

Načela projektiranja uključuju ergonomske zahtjeve (OZO mora biti projektirana i proizvedena tako da u očekivanim uvjetima uporabe korisnik može uredno obavljati rizičnu aktivnost, a da pritom uživa primjerenu zaštitu najveće moguće razine.) te definirane razrede zaštite primjerene razinama rizika (Optimalna razina zaštite koja se mora uzeti u obzir pri projektiranju je ona iznad koje bi ograničenja pri uporabi OZO-e sprječavala njezinu učinkovitost tijekom izlaganja riziku ili redovite provedbe aktivnosti; Kada su očekivani uvjeti uporabe takvi da se može odrediti nekoliko razina istog rizika, pri projektiranju OZO-e se moraju uzeti u obzir primjerene vrste zaštite.).

Pod neškodljivosti OZO-e se podrazumijeva da OZO mora biti projektirana i proizvedena na način da ne uzrokuje rizike ili druge štetne učinke u očekivanim uvjetima uporabe. Osigurava se primjenom prikladnih materijala za njezinu izradu (Materijali od kojih je proizvedena OZO, uključujući i svaki produkt njezine moguće razgradnje, ne smiju štetno utjecati na zdravlje ili sigurnost korisnika.), zadovoljavajućim površinskim stanjem svih dijelova OZO-e u dodiru s kožom korisnika (Svaki dio OZO-e, dio koji je u izravnom dodiru ili može doći u dodir s kožom korisnika pri uporabi, ne smije biti hrapav, imati oštre rubove, izbočine ili slično što bi moglo prouzročiti iritiranje kože ili ozljede.) te definiranjem najveće dopuštene smetnje za korisnika (Svaka smetnja koju uzrokuje OZO u odnosu na radnje koje korisnik treba izvesti, položaje koje treba zauzeti i osjetilne opažaje, mora biti svedena na minimum. Dodatno uporaba OZO-e ne smije prouzročiti učinke koji bi mogli ugroziti korisnika.).

Udobnost i učinkovitost OZO-e se osigurava prilagodbom OZO-e korisniku (OZO mora biti projektirana i proizvedena na takav način da osigurava ispravan položaj na korisniku u očekivanim uvjetima uporabe, uzimajući u obzir specifične pokrete korisnika i položaje koje treba zauzeti. U tu svrhu mora postojati mogućnost optimalne prilagodbe OZO-e korisniku svim prikladnim sredstvima, poput odgovarajućih sustava namještanja i pričvršćivanja ili ponude odgovarajućeg raspona veličina.), osiguravanjem čim manje mase i dostatne čvrstoće (OZO bi morala biti čim lakša, što ne bi smjelo negativno utjecati na njezinu čvrstoću, učinkovitost i trajnost u uvjetima uporabe.) te kompatibilnošću različitih tipova OZO-e predviđenih za istodobnu uporabu (Pri stavljanju na tržište više modela različitih tipova OZO-e istog proizvođača koji osiguravaju istodobnu zaštitu susjednih dijelova tijela, morala bi postojati njihova međusobna usklađenost.).

Upute proizvođača i informacije, uz ime i adresu proizvođača, moraju sadržavati sve relevantne informacije o: (a) uputama za skladištenje, uporabu, održavanje i servisiranje. Pritom proizvodi za čišćenje i održavanje preporučeni od strane proizvođača ne smiju imati nepovoljan učinak na OZO-u ili korisnika po primjeni u skladu s uputama; (b) vrijednostima obilježja utvrđenih ispitivanjem u svrhu provjere razine ili razreda zaštite koju osigurava OZO; (c) ako je primjenjivo, priboru koji se može rabiti s OZO-om i obilježjima odgovarajućih rezervnih dijelova; (d) ako je primjenjivo, razredima zaštite primjerenim različitim razinama rizika i odgovarajućim ograničenjima uporabe; (e) ako je primjenjivo, mjesecu i godini ili periodu zastarijevanja OZO-a ili njegovih dijelova; (f) ako je primjenjivo, primijenjenoj ambalaži; (g) značenju svake oznake kojom je OZO označen; (h) riziku od kojeg OZO treba zaštititi; (i) upućivanju na Uredbu [8] i, prema potrebi, upućivanju na drugu zakonsku regulativu Unije; (j) imenu, adresi i identifikacijskom broju prijavljenog tijela uključenog u postupak ocjenjivanja sukladnosti OZO-e; (k) upućivanju na relevantnu usklađenu normu, uključujući godinu izdanja norma, ili upućivanje na primijenjenu tehničku specifikaciju; l) internetskoj adresi na kojoj je dostupna EU izjava o sukladnosti. Informacije iz točaka (i), (j), (k) i (l) ne

trebaju se nalaziti u uputama proizvođača ako je uz OZO-u priložena EU izjava o sukladnosti [8].

• Dodatni zahtjevi zajednički za nekoliko tipova OZO-a

Za primjerice zaštitnu odjeću za zavarivače to su zahtjevi koji se odnose na:

OZO-u podložnu starenju (Ukoliko je poznato da starenje može značajno utjecati na učinkovitost OZO-e na svakom proizvodu iz proizvodne serije stavljenom na tržište i na ambalažu moraju biti neizbrisivo i nedvosmisleno upisani mjesec i godina proizvodnje i/ili, ako je moguće, mjesec i godina zastarijevanja. Ako proizvođač nije u mogućnosti dati jamstvo uporabnog vijeka OZO-e, upute moraju sadržavati sve potrebne informacije koje kupcu ili korisniku omogućuju predviđanje uporabnog vijeka, uzimajući u obzir razinu kvalitete modela i stvarne uvjete skladištenja, uporabe, čišćenja, servisiranja ili održavanja. Ako postoji vjerojatnost da će postupak čišćenja preporučen od strane proizvođača značajno i brzo negativno utjecati na radna svojstva OZO-e, proizvođač bi morao, ako je moguće, na svaki proizvod iz proizvodne serije OZO-e staviti na tržište, staviti oznaku ili uputu o tome, navodeći maksimalni broj dopuštenih postupaka čišćenja) te OZO-u s jednom ili više identifikacijskih oznaka koji se izravno ili neizravno odnose na zdravlje i sigurnost (Identifikacijske oznake moraju po mogućnosti imati oblik usklađenih piktograma ili ideograma. Moraju biti vidljive i čitljive tijekom očekivanog uporabnog vijeka OZO-e, moraju biti potpune, točne i razumljive kako bi se spriječilo svako pogrešno tumačenje, posebice ako sadržavaju riječi ili rečenice napisane na jeziku koji potrošači i drugi krajnji korisnici mogu lako razumjeti, a prema odredbi države članice u kojoj se OZO stavlja na raspolaganje na tržištu. Ako zbog male veličine OZO-e nije moguće pričvrstiti cijelu potrebnu oznaku ili njezin dio, odgovarajuće se obavijesti moraju navoditi na ambalaži i u uputama proizvođača.) [8].

• Dodatni zahtjevi svojstveni određenim rizicima

Za zaštitnu odjeću za zavarivače to su zahtjevi koji se odnose na zaštitu od topline i/ili vatre, pri čemu OZO projektirana za zaštitu cijelog tijela ili njegova dijela od djelovanja topline i/ili vatre mora imati sposobnost toplinske izolacije i čvrstoću primjerenu predviđenim uvjetima uporabe.

Pritom primijenjeni materijali i ostale komponente OZO-e za zaštitu od radijacijske i konveksijske topline moraju imati odgovarajući indeks prijenosa topline i biti otporni na gorenje kako bi se predviđenim uvjetima uporabe isključio svaki rizik od zapaljenja. Kada njihova površina mora imati reflektivna svojstva, sposobnost refleksije mora odgovarati intenzitetu toplinskog zračenja. Ako su namijenjeni kratkotrajnoj uporabi u okruženjima visoke temperature i mogu biti izloženi prskanju čestica rastaljenog metala, moraju imati dostatan toplinski kapacitet koji korisniku osigurava sigurno napuštanje opasnog područja i skidanje OZO-e te imati odgovarajuća mehanička svojstva u svrhu osiguravanja zaštite od njihova udara. Kada su izloženi djelovanju plamena, moraju biti otporni na gorenje, ne smiju se taliti ni podržavati širenje plamena; moraju pružati toplinsku zaštitu ili zaštitu od topline razvijene iz električnog luka, a sve u skladu s razredom rizika povezanog s predviđenim uvjetima uporabe.

OZO spreman za uporabu u predviđenim uvjetima uporabe mora osigurati minimalne vrijednosti prijenosa topline i onemogućiti da akumulirana toplina na ugroženom dijelu tijela korisnika dosegne prag boli ili ugrozu zdravlja. OZO mora, ako je potrebno, biti vodonepropusna, u kontaktu s kožom korisnika ne smije izazvati opekline te mora osigurati emisiju hlapivih tvari u okoliš. Ukoliko je OZO opremljen uređajem za disanje, u predviđenim uvjetima uporabe mora primjereno ispuniti dodijeljenu mu zaštitnu funkciju. Upute proizvođača priložene OZO-u predviđenom za kratkotrajnu uporabu u visokotemperaturnom okruženju moraju sadržavati podatke koji ukazuju na najveće dopušteno izlaganje korisnika [8].

Pri stavljanju predmetne OZO na tržište, proizvođač mora osigurati da je projektirana i proizvedena u skladu s primjenjivim bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima za tu vrstu OZO-e dodatnim upućivanjem na usklađene europske norme koje se primjenjuju pri projektiranju i proizvodnji OZO-e, a u kojima su specificirane specifične značajke, metode ispitivanja i njihovo označavanje. U tu svrhu, proizvođač treba izraditi tehničku specifikaciju (dokument kojim su propisani tehnički zahtjevi koje OZO mora ispuniti) te prikupiti i izraditi dokumente u kojima se navode sredstva kojima se osigurava sukladnost OZO-e s primjenjivim bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima, koji skupa čine tehničku dokumentaciju i provoditi odgovarajući postupak ocjenjivanja sukladnosti ili osigurati njegovu provedbu.

Ocjena sukladnosti OZO-e sa specificiranim zahtjevima za II. kategoriju rizika provodi se definiranim postupkom odn. primjenom protokola

Uredbom [8] definiranog modula. Za kategoriju II se provodi EU ispitivanje tipa (modul B) nakon kojega slijedi postupak utvrđivanja sukladnosti s tipom koji se temelji na unutarnjoj kontroli proizvodnje (modul C). EU ispitivanje tipa dio je postupka ocjenjivanja sukladnosti u kojem prijavljeno tijelo (neovisno tijelo za ocjenu sukladnosti) provodi pregled i ocjenjivanje tehničke dokumentacije OZO-e te ispitivanje na reprezentativnom uzorku proizvodne serije OZO-e (tzv. proizvodnom tipu). Prijavljeno tijelo je potom u obvezi izraditi izvješće o ispitivanju, a ako proizvodni tip odgovara primjenjivim bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima Uredbe [8] i izdati proizvođaču potvrdu o EU ispitivanju tipa. Sukladnost s tipom na temelju unutarnje kontrole proizvodnje je dio postupka ocjenjivanja sukladnosti kojim proizvođač treba poduzeti sve potrebne mjere kako bi se proizvodnim postupkom i njegovim praćenjem osigurala sukladnost proizvedene OZO-e s tipom opisanim u potvrdi o EU ispitivanju tipa i primjenjivim bitnim zahtjevima Uredbe [8]. U slučaju utvrđene sukladnosti proizvoda, proizvođač treba sastaviti EU izjavu o sukladnosti za odgovarajući model OZO-e te ga potom i označiti certifikacijskom oznakom CE prije stavljanja na tržište. Oznaka CE (Slika 1) mora biti vidljiva, čitljiva i neizbrisiva. Navodi se na proizvodu ili ako to nije moguće zbog prirode OZO-e, na ambalaži i dokumentima priloženim OZO uz piktogram ili drugu oznaku kojom se označuje rizik od kojeg OZO treba pružiti zaštitu. Na temelju CE oznake proizvod dobiva pravo slobodnog protoka europskim tržištem bez dodatnog provjeravanja [8, 9].



Slika 1. CE oznaka

Osobna zaštitna oprema za zavarivače, a ovisno o dijelu tijela korisnika kojem pruža zaštitu, uključuje opremu za zaštitu očiju, lica i glave; opremu za zaštitu dišnog sustava (organa za disanje); opremu za zaštitu ruku i šaka; opremu za zaštitu nogu i stopala te opremu za zaštitu tijela [10, 11].

2.1. OZO za zaštitu očiju, lica i (glave)

Ova vrsta zaštitne opreme namijenjena je ponajprije zaštititi oči od oštećenja kojima je radnik izložen pri zavarivanju, a mogu biti prouzročena štetnim djelovanjem zračenja u vidljivom dijelu spektra koje se očituje jakim bljeskom i zaslijepljenjem (čija posljedica može biti bolna upala očiju), štetnim djelovanjem ultraljubičastog i infracrvenog zračenja, udarom iskre, prskotina rastaljenog metala, letećih čestica šljake i sl. Kako pri zavarivanju može doći do različitih oštećenja i na ostalim nezaštićenim dijelovima lica i glave, obvezno se primjenjuju štitnici odnosno maske za zavarivanje [1, 10].

Specifični zahtjevi koje moraju ispuniti definirani su usklađenom normom HRN EN 175:2002 [12], a odnose se na veličinu, područje prekrivenosti, čvrstoću, otpornost na oštećenja, refleksiju i apsorpciju svjetlosti, električnu izolaciju, otpornost na gorenje, otpornost na koroziju i maksimalnu masu. Štitnici mogu biti ručni ili naglavni, ovisno o tome koristi li radnik pri zavarivanju obje ruke ili jednom može držati štitnik. U štitnik je ugrađen zaštitni vidnik pravokutna oblika koji je s unutarnje strane zatvoren tamnim staklom, a s vanjske prozirnim (Slike 2a i 2b). Novije izvedbe uključuju primjenu zaštitnog vidnika s većom površinom (Slika 2c) ispod kojeg je potrebno nositi zaštitne naočale s tamnim staklima i postraničnom zaštitom te zaštitne maske (ili kacige) uz primjenu vidnika sa samozatamnjujućim aktivnim filtrom koji je s obje strane zaštićen zaslonom od polikarbonata (Slika 2d). Za dodatnu zaštitu glave u primjeni su zaštitne kapuljače ili kape za zavarivače pojašnjene u okviru poglavlja 2.5. [1, 10].



Slika 2. Prikaz OZO-e za zaštitu očiju, lica i glave za uporabu kod zavarivanja: a) naglavni štitnik; b) naglavni štitnik s zaštitom za lice izrađenim od kože; c) zaštitni vidnik; d) maska sa samozatamnjujućim filtrom [10, 13]

2.2. OZO za zaštitu organa za disanje

Najveće opasnosti za dišni sustav dolaze od dima, plinova i para koji mogu uzrokovati brojne zdravstvene probleme bez odgovarajuće zaštite [7, 10]. Zaštita organa za disanje se postiže primjenom odgovarajuće filterske polumaske (respiratora), polumaske, četvrtmaske ili maske za zaštitu lica s inkorporiranim respiratornim uređajem koji potiskuje filtrirani zrak kroz sustav i tako olakšava disanje (Slika 3).

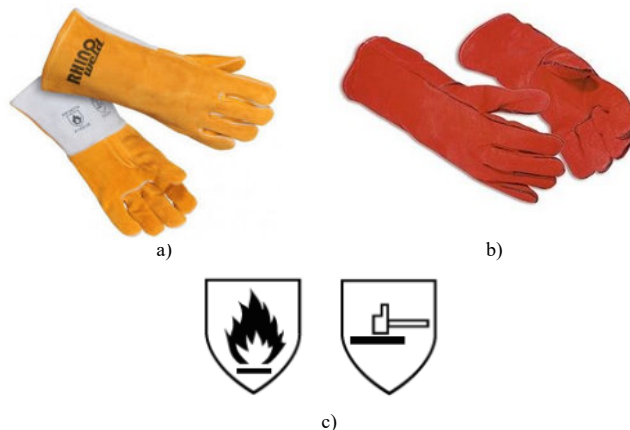


Slika 3. Zaštita dišnih organa za uporabu kod zavarivanja: a) filterska polmaska, b) respiratorni uređaj [14]

Respiratorni uređaj pruža najviši stupanj zaštite dišnog sustava, a uglavnom ga primjenjuju profesionalni zavarivači [14]. Maske moraju biti izrađene sukladno normi HRN EN 132:2004 [15] te ispunjavati specifične sigurnosne zahtjeve odgovarajuće usklađene europske norme.

2.3. OZO za zaštitu ruku i šaka

Zaštitne rukavice za zavarivače imaju ulogu zaštite šake i ručnog zgloba radnika tijekom zavarivanja i srodnih procesa. Moraju ispunjavati opće zahtjeve norme HRN EN ISO 21420:2020 [16] koji se odnose na veličinu zaštitnih rukavica, spretnost prstiju, označavanje te sadržavati odgovarajuće upute za uporabu i održavanje, kao i specifične zahtjeve usklađene norme HRN EN 12477:2001/A1:2005 [17] koji se postavljaju na ovaj tip rukavica. Vanjskog dijela najčešće izrađenog iz kože (Slike 4a i 4b), istovremeno pružaju toplinsku zaštitu i zaštitu od mehaničkih opasnosti, ali i zaštitu od udara malih prskotina rastaljenog metala, kratkotrajnog dodira s plamenom, UV zračenja te smanjuju mogućnost od električnog udara. Uz CE znak i naznaku usklađene europske norme EN 12477:2001/A1:2005 [10, 17] rukavice se označuju i piktogramima kojima se ukazuje na njihove specifične sigurnosne značajke vezane uz rizike od kojih trebaju pružiti zaštitu (slika 4c).



Slika 4. Prikaz: a, b) zaštitnih rukavica za uporabu kod zavarivanja; c) piktogrami za zaštitne rukavice za zavarivače [10, 14, 17]

2.4. OZO za zaštitu nogu i stopala

Sigurnosna obuća za zavarivače mora ispunjavati zahtjeve norma HRN EN ISO 20345:2022 [18] i HRN EN ISO 20349-2:2017/A1:2020 [19]. Uz CE znak i naznaku usklađene europske norme EN ISO 20345:2022 [18] označuje se razredom S3 (koji uključuje zaštitnu kapicu na prstima, potplat s apsorbirajućom petom otporan na ulja i goriva te probijanje, vodonepropusno gornjište te otpornost na nabijanje statičkim električitetom), uz dodatne oznake HRO (potplat otporan na kontaktnu toplinu, temperature do 300 °C) i HI (gornjište otporno na toplinsko zračenje).

Obuća za zavarivače (Slika 5) gornjišta izrađenog od kože, mora visinom gornjišta biti prilagođena uvjetima zavarivanja, ispunjavati zahtjeve na negorivost, pružati zaštitu od prskotina rastaljenog metala te biti neškodljiva pri nošenju odn. ne oslobađati štetne tvari u agresivnim uvjetima primjene te omogućavati lako izuvanje [10, 18].



Slika 5. Sigurnosna obuća za uporabu kod zavarivanja [14]

2.5. OZO za zaštitu tijela

Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela pri uporabi kod zavarivanja i srodnim procesima uključuje:

- zaštitnu odjeću za zaštitu cijelog tijela (uključujući vrat, noge i ruke) koja može biti jednodijelna (kombinezoni) te dvodijelna (jakne i hlače) te
- zaštitne odjevne predmete za dodatnu zaštitu pojedinih dijelova tijela - zaštitne pregače, zaštitne rukave (za zaštitu ruku), zaštitne nazuvke ili gamaše (za zaštitu stopala i potkoljenice) i zaštitne kapuljače (za zaštitu glave i vrata) koji se odijevaju preko zaštitnog odijela ili kombinezona [10, 11, 20].

Izrađuju se iz odgovarajuće dorađene kože (Slika 6) te visokokvalitetnih tekstilnih materijala, ponajprije tkanina izrađenih iz mješavine visoko učinkovitih umjetnih vlakana otpornih na gorenje i djelovanje topline, primjerice aramidnih, modakrilnih te viskozni vlakana otpornih na gorenje (eng. FR) uz mali postotni udjel bikomponentnih elektrovodljivih vlakana s ugljikovom jezgrom [14].



Slika 6. Prikaz zaštitne odjeće za uporabu kod zavarivanja izrađene iz kože: a) zaštitna jakna; b) zaštitne hlače; c) zaštitna pregača; d) zaštitna kapuljača uz rukavice, pregaču i naglavni štitičnik; e) zaštitni nazuvci; f) zaštitni rukavi [21]

Zaštitna odjeća za uporabu kod zavarivanja i srodnih procesa štiti korisnika od udara malih prskotina rastaljenog metala, kratkotrajnog dodira s plamenom, pruža zaštitu od toplinskog zračenja luka te smanjuje mogućnost od električnog udara kratkim slučajnim dodiranjem neizoliranog električnog vodiča pri naponima do približno 100 V istosmjerne struje u uobičajenim uvjetima zavarivanja [22]. Mora ispuniti opće zahtjeve definirane normom HRN EN ISO 13688:2013/A1:2021 [23] te specificirane zahtjeve norme HRN EN ISO 11611:2015 [20] usklađene s bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima Uredbe (EU) 2016/425 [8] za dva razreda (1 i 2) odgovarajuće razine zaštite koju odjeća pruža od II. kategorije rizika. Pritom razred zaštite 1 predviđa zaštitu pri manje složenim tehnikama i postupcima zavarivanja, a razred zaštite 2 zaštitu pri zahtjevnijim tehnikama i postupcima zavarivanja koje predmnijevaju intenzivnije prskanje čestica rastaljena metala i jače izvore toplinskog zračenja. Pregled postupaka zavarivanja i povezane primjene prikladne zaštitne odjeće dan je u tablici 1.

Tablica 1. Kriteriji za odabir zaštitne odjeće za zavarivače prema HRN EN ISO 11611:2015 [20]

Razredba razine zaštite	Kriteriji za odabir vezani uz postupak zavarivanja	Kriteriji za odabir vezani za okolne uvjete
Razred 1	- plinsko zavarivanje, - TIG zavarivanje, - MIG zavarivanje (elektrolučno zavarivanje manjeg intenziteta), - Zavarivanje plazmenim lukom, - lemljenje, - točkasto zavarivanje, - REL zavarivanje (s elektrodama obloženim rutilom).	Rad strojeva, npr.: - strojevi za plinsko rezanje kisikom, - strojevi za plazma rezanje, - strojevi za elektrootporno zavarivanje, - strojevi za toplinsko rezanje, - zavarivanje na klupi.
Razred 2	- REL zavarivanje (sa osnovnim elektrodama ili elektrodama obloženim celulozom), - MAG zavarivanje (sa CO ₂ ili mješavinama plinova), - MIG zavarivanje (elektrolučno zavarivanje većeg intenziteta), - plazma rezanje, - dubljenje, - plinsko rezanje kisikom, - toplinsko rezanje.	Rad strojeva, npr.: - u malim prostorima, - zavarivanje iznad glave ili u sličnim položajima.

2.5.1. Opće značajke i zahtjevi

Opće značajke koje odjeća za zavarivače mora ispuniti su neškodljivost po ljudsko zdravlje, funkcionalni dizajn uz poštivanje ergonomskih načela, udobnost te odgovarajući način označavanja.

Neškodljivost

Prema HRN EN ISO 13688:2013/A1:2021 [23] zaštitna odjeća ne smije nepovoljno utjecati na zdravlje korisnika. Treba biti izrađena od prikladnih materijala (najčešće od tekstila i kože) koji u uvjetima predviđene uporabe

ili razgradnjom ne smiju otpuštati tvari za koje je znano da su otrovne, kancerogene, mutagene, alergene ili štetne na koji drugi način. Pritom se sadržaj kroma (VI) u prirodnoj koži ne smije moći detektirati i mora iznositi manje od 3,0 mg/kg ispitivanjem prema HRN EN ISO 17075-1, -2:2017 [24, 25]. Za metalne dodatke (npr. nitne i kopče) koji su u duljem izravnom dodiru s kožom, izlučivanje nikla mora iznositi manje od 0,5 µg/cm2 tjedno, a utvrđeno prema normi HRN EN ISO 1811:2023 [26]. pH vrijednost vodenog ekstrakta mora biti veća od 3,5 i manja od 9,5 ispitivanjem prema HRN EN ISO 4045:2018 [27] za kožu i HRN EN ISO 3071:2020 [28] za tekstilne materijale. Odjevni proizvodi ne smiju sadržavati kancerogene aromatske amine izolirane iz azo bojila, a određljive prema HRN EN ISO 14362-1:2017 [29].

Udobnost

Zaštitna odjeća mora korisniku osigurati odgovarajuću razinu udobnosti, a u suglasju s razinom zaštite od određenog rizika, okolišnim uvjetima rada te razini aktivnosti korisnika i očekivanom vremenu uporabe zaštitne odjeće. Zaštitna odjeća ne smije imati grubu, hrapavu ili tvrdu površinu koja može iritirati ili ozlijediti korisnika. Ne smije biti uska, preširoka i/ili preteška što bi moglo utjecati na uobičajene pokrete korisnika tijekom uporabe. Zaštitna odjeća koja bi mogla prouzročiti ozbiljna ergonomska opterećenja zbog lošije termofiziološke i kontaktne udobnosti, a zbog visoke razine zaštite koje pruža korisniku, mora biti označena odgovarajućim upozorenjem [23].

Funkcionalni dizajn i pristalost

Prema normi HRN EN ISO 11611:2015 [20] zaštitna odjeća za zavarivače treba u potpunosti prekrivati gornji i donji dio torza, vrat, ruke do zapešća i noge do gležnjeva. Treba biti projektirana na način da ne sadrži metalne dodatke (primjerice patent zatvarače) koji omogućuju električnu vodljivost. Vanjska površina odjeće mora biti glatka, bez nabora da prskotine rastaljena metala ne bi zaostajale na odjeći. Kod odijela, jakna treba prekrivati gornji dio hlača u stajaćem položaju korisnika s rukama podignutim iznad glave i u pregibu prema naprijed dodirujući pod prstima ruku, uz preklop minimalne duljine 200 mm. Pritom, u stajaćem položaju korisnika, zapešća, podlaktice, i gležnjevi također moraju biti pokriveni. Ispitivanje odjevnih predmeta koji pružaju dodatnu zaštitu, kao što su kapuljače, rukavi, pregače i nazuvci treba biti provedeno skupa s zaštitnom odjećom, no i ponaosob moraju ispunjavati zahtjeve predmetne norme. Svi vanjski džepovi moraju imati preklonni dio, osim bočnih džepova koji se nalaze ispod struka, a čiji otvor nije udaljen više od 10o od bočnog šava te uskog džepa na nogavicama iza bočnog šava s otvorom ne većim od 75 mm. Preklopi vanjskih džepova moraju biti najmanje 20 mm širi od džepova. Sustavi zatvaranja trebaju biti projektirani sa zaštitnim preklonnim dijelom s vanjske strane odijela. Zatvarači na orukvicama trebaju biti s unutarnje strane, a orukvice ne smiju biti podvinute. Otvor za vrat mora imati mogućnost zatvaranja. Nogavice odijela ne smiju imati vanjske manžete, ali mogu imati bočne raspore s mogućnošću zatvaranja pri čemu raspor i zatvarači moraju biti prekriveni preklopcima.

2.5.2. Uzorkovanje i prethodna obrada

Broj i veličina uzoraka za ispitivanje u svrhu provjere sukladnosti odjeće i/ili materijala za njihovu izradu sa specificiranim zahtjevima norme HRN EN ISO 11611:2015 [20] definiran je metodom ispitivanja i pripadnom normom.

Prije ispitivanja tekstilni materijali moraju proći postupak njege odn. čišćenja, osim u slučaju kada ono od strane proizvođača nije preporučeno. Postupak njege treba biti proveden u skladu s uputama proizvođača, a prema normiranim metodama [30 - 32]. Ako broj ciklusa njege nije specificiran, potrebno je provesti pet ciklusa (primjerice pranja i sušenja). Ako je dozvoljeno tekstilni proizvod njegovati pranjem i kemijskim čišćenjem, treba biti provedeno samo pranje. Iznimka je provedba ispitivanja otpornosti na gorenje koje se provodi na početnim i predobrađenim uzorcima. U slučaju da odjeća zbog starenja treba biti naknadno doručena kako bi zadržala odgovarajuću razinu negorivosti, proizvođač treba navesti maksimalan broj ciklusa njege koji mogu biti provedeni prije dodatne dorade. Ispitivanja na koži provode se bez prethodne obrade, osim u slučaju da je njega dozvoljena od strane proizvođača, ali uz iznimku utvrđivanja sadržaja masnoća u koži.

Svi uzorci tekstilnih materijala moraju biti kondicionirani u uvjetima referentne atmosfere za ispitivanje, pri temperaturi od 20 ± 2 °C i relativnoj vlažnosti 65 ± 5 % u vremenu od 24 sata, a uzorci kože najmanje 48 sati u istim uvjetima. Pritom je ispitivanja potrebno provesti unutar 5 minuta od uklanjanja uzoraka iz prostora navedenih parametara stanja zraka. Kod definiranja elektrostatskih svojstva materijala, uzorke je potrebno

kondicionirati i ispitati pri temperaturi od 20 ± 2 °C i relativnoj vlažnosti 85 ± 5 %.

2.5.3. Sigurnosne značajke i specificirani zahtjevi

Materijali za izradu zaštitne odjeće za zavarivače moraju ispunjavati normom HRN EN ISO 11611:2015 [20] specificirane zahtjeve, pri čemu se vrijednosti određenih obilježja utvrđuju primjenom odgovarajućih normiranih metoda.

Vlačna svojstva

Tkanine namijenjene izradi vanjskog sloja odjevnih predmeta je potrebno ispitati prema normi HRN EN ISO 13934-1:2013 [33], pri čemu se primjenom metode trake mjeri prekidna sila i prekidno istezanje, a utvrđena vrijednost prekidne sile ne smije biti manja od 400 N za oba ispitivana smjera (smjer osnove i potke).

Za ispitivanje kože koja se primjenjuje za vanjski sloj zaštitne odjeće primjenjuje se postupak definiran normom HRN EN ISO 3376:2020 [34], gdje utvrđena vrijednost prekidne sile, mjerena u oba smjera pod pravim kutom (u smjeru centralne osi i okomito na centralnu os) na uzorcima standardnih/manjih dimenzija, ne smije biti manja od 80 N.

Otpornost na daljnje trganje

Tkanine namijenjene izradi vanjskog sloja odjevnih predmeta je potrebno ispitati prema normi HRN EN ISO 13937-2:2008 [35], pri čemu primjenom metode hlača na jednostrano zarezanim uzorcima sila daljnjeg trganja za oba smjera (smjer osnove i potke), a ovisno o razini zaštite koju osigurava zaštitna odjeća, mora iznositi minimalno 15 N (za razred 1), odnosno 20 N (za razred 2).

Za ispitivanje kože koja se primjenjuje za vanjski sloj zaštitne odjeće za zavarivače, u primjeni je norma HRN EN ISO 3377-1:2012 [36] uz izuzimanje uzoraka u smjeru centralne osi i okomito na centralnu os. Pritom utvrđena vrijednost sile daljnjeg trganja, a ovisno o razini zaštite koju osigurava zaštitna odjeća, ne smije biti manja od 15 N (za razred 1) te 20 N (za razred 2).

Otpornost na probijanje

Ispitivanje je potrebno provesti na pletivima namijenjenim izradi vanjskog sloja odjevnih predmeta te uzorcima pletiva spojenih šavom izuzetih na mjestu glavnog/strukturnog spoja. Provodi se prema normi HRN EN ISO 13938-1:2019 [37] ili HRN EN ISO 13938-2:2020 [38], pri čemu otpornost na probijanje, mjerena primjenom hidrauličke ili pneumatske metode, a iskazana čvrstoćom probijanja mora iznositi minimalno 100 kPa (ukoliko je utvrđena na mjernoj površini od 50 cm²) ili 200 kPa (na mjernoj površini od 7,3 cm²).

Čvrstoća šava

Ispitivanje se provodi na tkaninama i koži namijenjenim izradi vanjskog sloja odjevnih predmeta. Čvrstoća šava utvrđuje se grab metodom prema normi HRN EN ISO 13935-2:2014 [39], pri čemu utvrđena maksimalna sila prekida glavnog/strukturnog šava ne smije biti manja od 225 N.

Dimenzijska stabilnost

Stabilnost dimenzija utvrđuje se na svim tekstilnim materijalima namijenjenim izradi zaštitne odjeće (tkanim, pletenim, netkanim) prije i nakon pet provedenih ciklusa njege odn. čišćenja. Mjerenje uzoraka se provodi prema normi HRN EN ISO 5077:2008 [40], a promjene dimenzija mjerene na polegnutim uzorcima u horizontalnom stanju bez nabora, ne smiju biti veće od ± 3 % za tkanine te ± 5% za pletiva.

Otpornost na gorenje

Ispitivanje otpornosti na gorenje materijala i uzoraka spojenih šavom izuzetih na mjestu glavnog/strukturnog spoja odjeće provodi se primjenom metode ograničenog širenja plamena prema normi HRN EN ISO 15025:2016 [41], postupku A pri čemu se na površinu vertikalno postavljenog ispitivanog uzorka izravno djeluje plamenom pod pravim kutom u vremenu od 10 sekundi i, neobvezno, postupku B gdje se plamenik postavlja uz donji rub uzorka pod kutom od 30°. Nakon djelovanja plamena utvrđuje se: visina širenja plamena, vrijeme naknadnog gorenja i/ili tinjanja, pojava gorućih ili rastaljenih ostataka te pojava rupe.

Pri ispitivanju primjenom postupka A [41] uzorci materijala za zaštitnu odjeću izrađenu iz jednog sloja ili višeslojno strukturiranih materijala te uzorci materijala spojenih šavom (pri čemu se plamenom izravno djeluje na

uzdužno postavljeni šav) moraju ispunjavati zahtjeve dane u tablici 2. Šav se ne smije otvarati nakon ispitivanja, a ispitivanje je osim na koži, potrebno provesti na uzorcima nakon prethodne obrade. Kod višeslojno strukturiranih materijala ispitivanje treba biti provedeno na vanjskom i unutarnjem sloju konstrukcije, uključujući i šavove. Pritom je pojava rupe dozvoljena isključivo na međusloju koji nije namijenjen toplinskoj zaštiti.

Tablica 2. Specificirani zahtjevi otpornosti na gorenje zaštitne odjeće za zavarivače utvrđeni prema HRN EN ISO 15025:2016 [41]

Obilježje	Zahtjevi
Širenje plamena	Niti kod jednog ispitnog uzorka ne smije doći do širenja plamena do vrha ili bočnih rubova.
Gorući ostatci	Niti jedan ispitni uzorak ne smije stvarati goruće ili rastaljene ostatke.
Nastanak rupe*	Niti na jednom ispitnom uzorku ne smije nastati rupa promjera 5 mm ili veća u bilo kojem smjeru, osim na središnjem sloju koji nije izravno namijenjen za zaštitu od topline i plamena.
Naknadno tinjanje	Prosječna vrijednost vremena naknadnog tinjanja mora biti ≤ 2 s.
Naknadno gorenje	Prosječna vrijednost vremena naknadnog gorenja mora biti ≤ 2 s.

* Nije primjenjivo za postupak B

Različite oznake (površine veće od 10 cm²), retroreflektivni materijali i sl. koji se nalaze na vanjskom materijalu zaštitne odjeće također moraju ispuniti zahtjeve navedene u tablici 2. Kod dodatka koji uključuju zatvarače, a izravno su izloženi djelovanju plamena, ne smiju nastajati gorući ili rastaljeni ostatci te utvrđeno prosječno vrijeme naknadnog gorenja i tinjanja mora biti manje ili jednako 2 sekunde. Pritom najmanje pet minuta nakon provedbe ispitivanja moraju zadržati funkcionalnost odn. omogućavati barem jedno otvaranje.

Pri ispitivanju primjenom postupka B [41] obrubljeni uzorci materijala za zaštitnu odjeću izrađenu iz jednog sloja ili višeslojno strukturiranih materijala te uzorci materijala spojenih šavom, ispitani na prethodno opisani način moraju ispunjavati zahtjeve dane u tablici 2.

Odjevni proizvod koji ispunjava zahtjeve utvrđene prema postupku A norme HRN EN ISO 15025:2016 [41] označuje se dodatnom slovnom oznakom **A1**, a ukoliko je zadovoljio zahtjeve metode B oznakom **A2**.

Otpornost na udar malih prskotina rastaljenog metala

Ispitivanje se provodi prema normi HRN EN 348:2001/AC:2005 [42], pri kojem ispitivani uzorci vanjskog materijala ili višeslojna konstrukcija materijala od kojih se izrađuje zaštitna odjeća, a ovisno o razini zaštite koju osigurava, mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

- udar najmanje 15 prskotina (kapi) rastaljenog metala, pri čemu dolazi do podizanja temperature za 40 K mjerene iza ispitivanog uzorka (za razred 1), odnosno
- udar najmanje 25 prskotina (kapi) rastaljenog metala, pri čemu dolazi do podizanja temperature za 40 K mjerene iza ispitivanog uzorka (za razred 2).

Materijali koji se zapale tijekom ispitivanja ne ispunjavaju navedene zahtjeve. Uređaj za ispitivanje otpornosti materijala na udar malih prskotina rastaljenog metala, na kojem se vertikalno postavljeni uzorak licem izlaže djelovanju prskotina rastaljenog željeza, prikazan je na slici 7.



Slika 7. Uređaj za ispitivanje otpornosti materijala na udar malih prskotina rastaljenog metala: a) prije provedbe ispitivanja; b) za vrijeme provedbe ispitivanja

Prijenos topline zračenja

Ispitivanje se provodi sukladno normi HRN EN ISO 6942:2022 [43]. Određuje se ponašanje materijala odjeće za zaštitu od topline izložene izvoru toplinskog zračenja pri gustoći toplinskog toka od $20 \pm 0,2$ kW/m² prema metodi B. Ako je odjevni predmet višeslojan, ispitivanje treba biti provedeno na cjelokupnoj strukturi tako da je zadnji unutarnji sloj u dodiru s kalorimetrom uređaja za ispitivanje (Slika 8), a vanjski sloj okrenut prema izvoru topline. Pritom se bilježi vrijeme potrebno za podizanje temperature za 12°C (t_{12}) i 24°C (t_{24}) iskazano u sekundama, a otpornost spram toplinskog zračenja izvora iskazuje indeksom prijena topline (RHTI). Prema zahtjevima norme HRN EN ISO 11611:2015 [20], odjeća za zavarivače, a ovisno o razini zaštite koju osigurava, mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

- za razred 1, vrijednost indeksa prijena topline RHTI 24 (odn. vrijeme potrebno za podizanje temperature ispitivanog uzorka za 24°C iskazano u sekundama) mora biti $\geq 7,0$;
- za razred 2, vrijednost indeksa prijena topline RHTI 24 (odn. vrijeme potrebno za podizanje temperature ispitivanog uzorka za 24°C iskazano u sekundama) mora biti $\geq 16,0$.

Normom HRN EN ISO 6942 se također daje mogućnost izračuna vrijednosti propuštene gustoće toplinskog toka Q_c i faktora prijena topline TF.



Slika 8. Uređaj za ispitivanje ponašanja materijala izloženom izvoru toplinskog zračenja

Električna otpornost

Ispitivanje se provodi prema normi HRN EN 1149-2:2001 [44], primjenom mjernog instrumenta s kružnom elektrodom. Mjeri se vertikalna otpornost ispitivanog materijala (električna otpornost kroz materijal) uz primijenjeni napon od 100 ± 5 V. Kod svih ispitivanih uzoraka, izmjereni električni otpor mora biti veći od 105 Ω (što odgovara jakosti električne struje manjoj od 1 mA). Ispitivanje se provodi u referentnoj atmosferi temperature od $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i relativne vlažnosti od 85 ± 5 %, na jednoslojnim ili višeslojno strukturiranim materijalima od kojih se izrađuje zaštitna odjeća pri čemu šavovi trebaju biti uzeti u obzir.

Sadržaj masnoća u koži

Ispitivanje se provodi na koži namijenjenoj izradi zaštitne odjeće za zavarivače prema normi HRN EN ISO 4048:2018 [45]. Utvrđen sadržaj masnoća u koži ne smije prelaziti 15 %.

U tablici 3 je dan sumarni pregled sigurnosnih značajki i specificiranih zahtjeva koji se postavljaju na odgovarajuća obilježja zaštitne odjeće za zavarivače, a u ovisnosti o razini zaštite koju osigurava korisniku prema normi HRN EN ISO 11611:2015 [20].

Tablica 3. Pregled specificiranih zahtjeva sigurnosnih obilježja zaštitne odjeće za zavarivače odgovarajućeg razreda zaštite prema HRN EN ISO 11611:2015 [20]

Obilježje	Zahtjevi (za razred 1)	Zahtjevi (za razred 2)
Prekidna sila		
- tkanine (vanjski materijali)	≥ 400 N	≥ 400 N
- koža	≥ 80 N	≥ 80 N
Sila daljnjeg trganja		
- tkanine (vanjski materijali)	≥ 15 N	≥ 20 N
- koža	≥ 15 N	≥ 20 N

Otpornost na probijanje		
-pletiva (površina od 7,3 cm ²)	≥ 200 kPa	≥ 200 kPa
-pletiva (površina od 50 cm ²)	≥ 100 kPa	≥ 100 kPa
Čvrstoća šava		
- tkanine	≥ 225 N	≥ 225 N
- koža	≥ 225 N	≥ 225 N
Dimenzijska stabilnost		
- tkanine	± 3 %	± 3 %
- pletiva	± 5 %	± 5 %
Otpornost na gorenje	HRN EN ISO 15025:2016 [41], postupak A (djelovanje plamenom na površinu uzorka) HRN EN ISO 15025:2016 [41], postupak B (djelovanje plamenom na rub uzorka) - ne smije doći do širenja plamena do vrha ili bočnih rubova uzorka - ne smije doći do pojave rupe* - bez gorućih ili rastaljenih ostataka - naknadno gorenje ≤ 2 s - naknadno tinjanje ≤ 2 s	
- postupak A, obvezno - postupak B, neobvezno		
Otpornost na udar malih prskotina rastaljenog metala	15 kapi	25 kapi
Prijenos topline zračenja	RHTI 24 ≥ 7,0 s	RHTI 24 ≥ 16,0 s
Električna otpornost	> 10 ⁵ Ω	> 10 ⁵ Ω
Sadržaj masnoća u koži	≤ 15 %	≤ 15 %

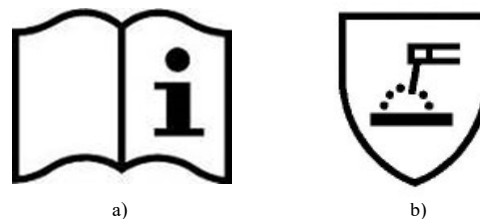
2.5.4. Označivanje

Zaštitna odjeća za zavarivače mora biti jasno, vidljivo, čitljivo, razumljivo i trajno deklarirana na službenom jeziku države u kojoj se koristi. Pritom privjesnica, ali i postojana ušivnica moraju sadržavati sljedeće podatke [20, 23]:

odjevnu veličinu, uz naznaku tjelesnih izmjera iskazanih u centimetrima. Primjerice kod jakne i kombinezona je potrebno naznačiti opseg grudi i tjelesnu visinu, kod hlača opseg struka i tjelesnu visinu, a kod pregače opseg struka i grudi te tjelesnu visinu. Proizvođač također može dati i dodatne izmjere, kao što su: duljina ruku, duljina unutarnje strane nogavice ili opseg bokova za ženske odjevne predmete, najčešće prikazane na odgovarajućem piktogramu;

- oznaku proizvođača (ime, trgovačka marka ili drugi način identifikacije proizvođača ili njegovog ovlaštenog zastupstva), oznaku i tip proizvoda te godinu proizvodnje;
- uz CE znak, oznaku i godinu izdanja usklađene norme, npr. EN ISO 11611:2015;
- piktogram za zaštitnu odjeću za zavarivače (slika 9a) uz naznaku razreda zaštite (Razred 1 ili Razred 2) potvrđene ispitivanjem te slovnu oznaku A1 ili A1 + A2 koja ukazuje na otpornost na gorenje utvrđenu metodom ispitivanja ograničenog širenja plamena. Kada se odjeća sastoji iz više dijelova koji ispunjavaju različitu razinu zaštite, označuje se oznakom nižega razreda. Pritom oznake i piktogrami moraju biti dostatne veličine (promjera ne manjeg od 10 mm), a slova i znamenke čitljive (veličine ne manje od 2 mm) uz preporuku naznake u crnoj boji na bijeloj podlozi;
- simboli preporučene njege trebaju biti naznačeni prema normi HRN EN ISO 3758:2012 [46] i/ili HRN EN ISO 30023:2021 [47]. Ako postoji poseban zahtjev za označivanje najvećeg broja ciklusa preporučene njege, tada on mora biti naznačen pokraj odgovarajućih simbola, primjerice „Maksimalno 25 x“;

- navod osnovnih materijala primijenjenih za izradu odjevnih proizvoda te njihov sirovinski sastav u slučaju tekstilnih materijala;
- ukoliko je odjevni predmet namijenjen za jednokratnu uporabu, treba nositi naznaku: „Za jednokratnu uporabu“ i dodatni piktogram sukladan normi ISO 7000: 2019, 1051 [48];
- ukoliko proizvođač želi naglasiti nužnost primjene njegovih uputa, tada se mora koristiti piktogram prikazanim na slici 9b.



Slika 9. Slikovno označivanje zaštitne odjeće za zavarivače: a) piktogram kojim se ukazuje na zaštitu od specifičnih rizika kod zavarivanja; b) piktogram obavijesti proizvođača [20, 23]

Odjeća za zavarivače se isporučuje korisniku s pisanim informacijama proizvođača i uputama za uporabu. Upute moraju biti precizne, razumljive i pisane službenim jezikom (jezicima) zemlje odredišta te sadržavati najmanje sljedeće podatke:

uputu koja omogućava odabir odjeće za zavarivače prikladne razine zaštitne;

- podatke o specifičnim rizicima od kojih odjeća pruža zaštitu (plamena, malih prskotina rastaljenog metala, toplinskog zračenja i kratkotrajnog slučajnog dodira neizoliranog električnog vodiča);
- za zaštitnu odjeću, upozorenje na moguću potrebu primjene dodatne zaštite pojedinih dijelova tijela, primjerice primjenu zaštitne kapuljače;
- upozorenje da su odjevni predmeti namijenjeni isključivo zaštiti od kratkotrajnog nehotičnog dodira neizoliranih električnih vodiča te da je u slučaju povećanog rizika od električnog udara potrebno primijeniti dodatnu odgovarajuću zaštitu;
- upozorenja vezana uz rizike nepravilne uporabe.

4. Zaključak

Zaštitna odjeća za zaštitu tijela, kao sastavni dio osobne zaštitne opreme za zavarivače koja uključuje primjenu štitnika ili maske za zaštitu očiju i lica, maske za zaštitu dišnog sustava, rukavica i obuće za zaštitu ruku i stopala, podliježe ocjeni sukladnosti prema specifičnim zahtjevima norme HRN EN ISO 11611:2015 [20] usklađenih s bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima Uredbe (EU) 2016/425 [8]. Znajući kako su rizici kojima su izloženi zavarivači izravno vezani uz uvjete rada, okruženje te primjenu odgovarajuće tehnike pri specifičnom postupku zavarivanja, posebnu pozornost je potrebno posvetiti uputama za siguran rad te opremanju radnika prikladnom zaštitnom opremom primjerene razine zaštite, a sve u skladu s Zakonom o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18) i odgovarajućim podzakonskim propisima.

Literatura

- [1] Bernečić D.: Zavarivanje, https://www.pfri.uniri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20180302_095155_bernecic_ZAVARIVANJE.2015.pdf, pristupljeno: 20.3.2023.
- [2]: Osnovni postupci zavarivanja, <https://www.zavarivanje.info>, pristupljeno: 22.3.2023.
- [3]: Zavarivanje, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Zavarivanje>, pristupljeno: 22.3.2023.
- [4] Geary D., Miller R.: Welding, Second edition, McGraw-Hill, New York, 2011
- [5] O'Con R.: Welding: A Management Primer & Employee Training Guide, Industrial Press Inc., New York, 2000
- [6]: Personal Protective Equipment (PPE) for Welding and Cutting,

- <https://www.lincolnelectric.com/assets/us/en/interactive/welding-safety/data/FACT-33.pdf>, pristupljeno: 23.3.2023.
- [7] Begić R.: Osobna zaštitna prema u ovisnosti od rizika nastalih emisijom zavarivačkih dimova, *Koža & Obuća* 69 (2020.) 3-4, 9-12
- [8] Uredba (EU) 2016/425 Europskog Parlamenta i Vijeća od 9. ožujka 2016. o osobnoj zaštitnoj opremi i o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 89/686/EEZ
- [9] Tomljenović A., Akalović J., Makšan K.: Zaštitna oprema za motocikliste s osvrtom na obuću za motocikliste – ocjena sukladnosti, značajke i karakterizacija, *Tekstil* 66 (2017.) 7-8, 169-187
- [10] ...: Osobna zaštitna oprema, 2. izdanje, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Služba za medicinu rada, 2019.
- [11] Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme, NN 5/2021
- [12] HRN EN 175:2002 Osobna zaštita - Oprema za zaštitu očiju i lica pri zavarivanju i srodnim procesima
- [13] ...: 7 tips for choosing the best ppe for welding, dostupno na: <http://blog.xamax.co.uk/7-tips-for-choosing-the-best-pp-e-for-welding>, pristupljeno: 20.3.2023.
- [14] Povodnik J.: Ispitivanje materijala za izradu zaštitne odjeće za zavarivače prema zahtjevima norme HRN EN ISO11611, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet, 2019.
- [15] HRN EN 132:2004 Zaštitne naprave za disanje - Definicije naziva i piktogrami
- [16] HRN EN ISO 21420:2020 Zaštitne rukavice - Opći zahtjevi i metode ispitivanja
- [17] HRN EN 12477:2001/A1:2005 Zaštitne rukavice za zavarivače
- [18] HRN EN ISO 20345:2022 Osobna zaštitna oprema - Sigurnosna obuća
- [19] HRN EN ISO 20349-2:2017/A1:2020 Osobna zaštitna oprema – Obuća za zaštitu od rizika u ljevaonicama i pri zavarivanju - 2. dio: Zahtjevi i metode ispitivanja za zaštitu od rizika pri zavarivanju i srodnim procesima
- [20] HRN EN ISO 11611:2015 Zaštitna odjeća za uporabu kod zavarivanja i srodnih procesa
- [21] ...: Aparati i oprema za zavarivanje, <https://proinstal.hr/>, pristupljeno: 20.4.2023.
- [22] Rogale D.: Radna i zaštitna odjeća, Hrvatska tehnička enciklopedija Portal hrvatske tehničke baštine, <https://tehnika.lzmk.hr/radna-i-zastitna-odjeca/>, pristupljeno: 25.4.2023.
- [23] HRN EN ISO 13688:2013/A1:2021 Zaštitna odjeća - Opći zahtjevi
- [24] HRN EN ISO 17075-1:2017 Koža - Kemijsko određivanje sadržaja kroma (VI) u koži - 1. dio: Kolorimetrijska metoda
- [25] [16] HRN EN ISO 17075-2:2017 Koža - Kemijsko određivanje sadržaja kroma (VI) u koži - 2. dio: Kromatografska metoda
- [26] HRN EN 1811:2023 Referentna metoda ispitivanja izlučivanja nikla iz svih dijelova koji se umeću u probušene dijelove ljudskoga tijela i predmeta koji su u izravnom i produženome kontaktu s ljudskom kožom
- [27] HRN EN ISO 4045:2018 Koža - Kemijska ispitivanja - Određivanje pH vrijednosti i razlike pH vrijednosti
- [28] HRN EN ISO 3071:2020 Tekstilije - Određivanje pH vodenog ekstrakta
- [29] HRN EN ISO 14362-1:2017 Tekstil - Metode za određivanje određenih aromatskih amina izdvojenih iz azo bojila
- [30] HRN EN ISO 6330:2021 Tekstil - Postupci pranja i sušenja u kućanstvu za ispitivanje tekstila
- [31] HRN EN ISO 15797:2018 Tekstil - Postupci industrijskog pranja i oplemenjivanja za ispitivanje radne odjeće
- [32] HRN EN ISO 3175-2:2018 Tekstil - Profesionalna njega, kemijsko čišćenje i mokro čišćenje tkanina i odjevnih predmeta - 2. dio: Postupak ispitivanja učinka čišćenja i oplemenjivanja tetrakloretilenom
- [33] HRN EN ISO 13934-1:2013 Tekstilije - Vlačna svojstva plošnih tekstilija - 1. dio: Određivanje maksimalne sile i istezanja pri maksimalnoj sili metodom trake
- [34] HRN EN ISO 3376:2020 Koža - Fizikalna i mehanička ispitivanja: Određivanje prekidne čvrstoće i postotka istezanja
- [35] HRN EN ISO 13937-2:2008 Tekstilije - Kidanje plošnih tekstilija - 2. dio: Određivanje sile kidanja uzoraka u obliku hlača (jednostrano kidanje)
- [36] HRN EN ISO 3377-1:2012 Koža - Fizikalna i mehanička ispitivanja - Određivanje čvrstoće daljnje kidanja - 1. dio: Jednostrani zarez
- [37] HRN EN ISO 13938-1:2019 Tekstil - Otpornost na probijanje - 1. dio: Hidraulička metoda određivanja čvrstoće kod probijanja i visine ispuščenja
- [38] HRN EN ISO 13938-2:2020 Tekstil - Otpornost na probijanje - 2. dio: Pneumatska metoda određivanja čvrstoće kod probijanja i visine ispuščenja
- [39] HRN EN ISO 13935-2:2014 Tekstil - Vlačna svojstva šava na plošnim tekstilu i gotovim tekstilnim proizvodima - 2. dio: Određivanje maksimalne sile pucanja šava grab metodom
- [40] HRN EN ISO 5077:2008 Tekstilije - Određivanje dimenzijskih promjena u pranju i sušenju
- [41] HRN EN ISO 15025:2016 Zaštitna odjeća - Zaštita od plamena - Metoda ispitivanja ograničenog širenja plamena
- [42] HRN EN 348:2001/AC:2005 Zaštitna odjeća – Određivanje ponašanja materijala kod udara malih prskotina rastaljenog metala
- [43] HRN EN ISO 6942:2022 Zaštitna odjeća - Zaštita od topline i vatre - Metoda ispitivanja: Procjena jednoslojnih i višeslojnih materijala pri izlaganju izvoru toplinskog zračenja
- [44] HRN EN 1149-2:2001 Zaštitna odjeća - Elektrostatska svojstva – 2. dio: Ispitna metoda za mjerenje električne otpornosti kroz materijal
- [45] HRN EN ISO 4048:2018 Koža - Kemijska ispitivanja: Određivanje tvari topljivih u diklormetanu i sadržaja slobodnih masnih kiselina
- [46] HRN EN ISO 3758:2012 Tekstil - Označavanje njege primjenom simbola
- [47] HRN EN ISO 30023:2021 Tekstil - Odgovarajući simboli za označavanje radne odjeće koja se pere u industrijskim praonicama
- [48] ISO 7000:2019 Graphical symbols for use on equipment/ Grafički simboli koji se koriste u označavanju opreme

Zahvala

Rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom HRZZ IP-2018-01-6363 Razvoj i toplinska svojstava inteligentne odjeće, voditelj: prof. dr. sc. Dubravko Rogale.