

OSOBNNA ZAŠTITA OPREME PRI ZAVARIVANJU

Debeljak, Daniel

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:287275>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Daniel Debeljak

OSOBNNA ZAŠTITNA OPREMA PRI ZAVARIVANJU

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2024.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and Protection

Graduate study of Safety and Protection

Daniel Debeljak

**PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT DURING
WELDING**

FINAL PAPER

Karlovac, 2024.

Veleučilište u Karlovcu
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Daniel Debeljak

OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA PRI ZAVARIVANJU

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Snježana Kirin, prof. struč. stud.

Karlovac, 2024.



**VELEUČILIŠTE
U KARLOVCU**
Karlovac University
of Applied Sciences

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Trg J.J.Strossmayera 9
HR-47000, Karlovac, Croatia
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Stručni studij sigurnosti i zaštite

Usmjerenje: Zaštita od požara

Karlovac,

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Daniel Debeljak

Matični broj: 0416616038

Naslov: OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA PRI ZAVARIVANJU

Opis zadatka: U radu je potrebno opisati postupke zavarivanja i predvidljivih/nepredvidljivih opasnosti koje vrebaju prilikom izvođenja poslova zavarivanja od strane zavarivača te nastalih posljedica koje se mogu spriječiti i otkloniti pravilnom, adekvatnom uporabom zaštitne opreme.

Upotrebljavati stručnu literaturu, zakone, pravilnike, priručnike i ostalo.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum:

obrane:

dr. sc. Snježana Kirin, prof. struč. stud.

Lidija Jakšić, mag. ing. cheming., pred.

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

PREDGOVOR

Zahvaljujem se, prije svega, profesorici dr. sc. Snježani Kirin, prof. struč. stud. na mentorstvu, susretljivosti te prenesenom znanju i iskustvu pri pisanju završnog rada.

Ujedno se zahvaljujem supruzi, obitelji i kolegama sa studija na neopisivoj podršci, strpljenju, pomaganju i razumijevanju koje mi je pruženo prilikom obrazovanja na preddiplomskom stručnom studiju.

SAŽETAK

Obzirom da je zavarivač prilikom zavarivanja izložen štetnim, negativnim, složenim, fizikalno-kemijskim utjecajima vrlo je važna pravilna i adekvatna osobna zaštita oprema svakog pojedinog zavarivača poradi smanjenja štetnih utjecaja na život i zdravlje zavarivača, a čiji utjecaji mogu dovesti do nastanka nesreća i time ozljeda, a koje su najčešće okvalificirane kao teške ozljede s posljedicama značajnog/trajnog oštećenja organizma ili nastanka privremene/trajne nesposobnosti za rad, a nerijetko završava i smrću.

Pravilnikom u uporabi osobne zaštitne opreme (NN 05/21) propisani su minimalni zahtjevi i način uporabe za OZO koju zavarivači koriste pri radu, a čija bi adekvatna i pravilna uporaba poslužila kao prevencija u sprječavanju nastajanja ozljeda na radu ili obolijevanja od profesionalnih bolesti.

KLJUČNE RIJEČI: zavarivanje, čimbenici opasnosti, ozljede na radu, osobna zaštitna oprema

SUMMARY

Given that the welder is exposed to harmful, negative, complex, physico-chemical influences during welding, it is very important to adequately protect the equipment of each welder, in order to reduce sources of damage, which can lead to accidents and injuries, which are most often classified as serious injuries. Consequences of significant/permanent damage to the organism or temporary/permanent incapacity for work and often death. The Ordinance on the use of personal protective devices (NN 05/21) prescribes the minimum requirements and manner of use for PPE used by workers in performing certain tasks, and whose adequate and correct use would serve as prevention in preventing injuries at work or illness/occupational diseases.

KEY WORDS: welding, hazards, injuries at work, personal protective equipment

SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA	I
PREDGOVOR	II
SAŽETAK	III
SADRŽAJ	V
1. UVOD	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja	2
2. OPĆENITO O ZAVARIVANJU	3
2.1. Greške u zavarenim spojevima	7
3. SVRHA UPORABE OSOBNE ZAŠTITNE OPREME	9
3.1. Obaveze poslodavca	12
4. UPORABA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME PRILIKOM ZAVARIVANJA	14
4.1. Oprema za zaštitu dišnih organa prilikom zavarivanja	16
4.1.1. Zavarivačka maska s filtrom	17
4.1.2. Polumaska s filtrom	18
4.1.3. Respirator	19
4.1.4. Zaštitne naprave za disanje pri samospašavanju tzv. samospasilac	19
4.1.5. Cijevni uređaji	20
4.1.6. Aparati s otvorenim sustavom cirkulacije	21
4.1.7. Aparati sa zatvorenim sustavom cirkulacije	21
4.2. Oprema za zaštitu glave, sluha, očiju i lica	22
4.2.1. Oprema za zaštitu glave	22
4.2.1.1. Zaštitna kaciga sa/bez štitnika/vizira	23
4.2.1.2. Zaštitna kapuljača	26
4.2.2. Oprema za zaštitu očiju i lica	26
4.2.2.1. Oprema za zaštitu očiju i lica prema namjeni	28
4.2.2.2. Oprema za zaštitu očiju i lica prema obliku	28
4.2.3. Oprema za zaštitu sluha	32
4.2.3.1. Zaštitna vata	33
4.2.3.2. Čepovi za uši	33
4.3. Oprema za zaštitu ruku i šaka	34
4.4. Oprema za zaštitu stopala i nogu	39

4.5. Oprema za zaštitu tijela i kože	40
5. UPORABA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME PRILIKOM ZAVARIVANJA U ZATVORENOM/OTVORENOM PROSTORU I NA VISINI.....	44
5.1. Zavarivanje u zatvorenom prostoru	44
5.2. Zavarivanje na otvorenom prostoru	45
5.3. Zavarivanje na visini	46
6. UPORABA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME PRILIKOM PODVODNOG ZAVARIVANJA.....	49
6.1. Oprema kod mokrog podvodnog zavarivanja	49
6.1.1. Oprema ronioca zavarivača	50
7. UPORABA INTELIGENTNE ODJEĆE PRILIKOM ZAVARIVANJA.....	52
8. ZAKLJUČAK.....	55
9. LITERATURA.....	56
10. POPIS PRILOGA	59
10.1. POPIS SIMBOLA	59
10.2. POPIS SLIKA.....	59
10.3. POPIS TABLICA	61

1. UVOD

Za izradu završnog rada izabrana je tema iz struke, odnosno radnog zanimanja i svakodnevnog obavljanja takve vrste posla. Točnije zavarivača REL, TIG, MIG/MAG postupkom kojom prilikom postoji svjesnost o ozbiljnosti i opasnosti koje vrebaju u toj „branši“. Napominjući kako je vrlo važna i bitna adekvatna oprema pri obavljanju takve vrste poslova.

Zavarivači i njihovi poslodavci trebali bi biti svjesni važnosti pravilne uporabe zaštitne opreme, ali i primjene tehničkih, edukativnih, socijalnih i drugih mjera prilikom obavljanja poslova zavarivanja, jer rizik je veći ukoliko se koristi neodgovarajuća zaštitna oprema i ukoliko se olako pristupa poslu.

1.1. Predmet i cilj rada

Predmet i cilj ovog završnog rada je taksativno nabrojati, pojasniti svrhu i namjenu pravilne uporabe osobne zaštitne opreme zavarivača te u kojim uvjetima se koja oprema koristi, a sve kako bi se prikazala pravilna i adekvatna uporaba zaštitne opreme pri zavarivanju koja štiti zavarivača od štetnih utjecaja na život i zdravlje radnika te time osigurava zaštitu zavarivača od nastanka nesreća i zadobivanja teških ozljeda, često s posljedicama trajne nesposobnosti za rad ili smrti. Vjerojatno zbog težine posla i okolnostima koje mogu biti uzrokom nesreća s ozbiljnim i teškim posljedicama, zbog čega je vrlo važna i bitna osobna zaštita zavarivača, jer stalnim izlaganjem štetnim utjecajima puno prije, brže i češće zavarivači oboljevaju od profesionalnih bolesti od bilo kojeg drugog zanimanja.

Nadalje, za obavljanje poslova zavarivanja važno je znati više o svojstvima materijala, bravariji, termodinamici, elektrotehnici, kao i metalurškim procesima i proračunima.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

Za izradu završnog rada korištena je odgovarajuća literatura, ponajviše stručne knjige i članci iz znanstvenih časopisa, te podaci prikupljeni putem interneta i vlastite literature prikupljene tijekom raznih oblika usavršavanja (seminari, prezentacije), uključujući dostupne opće norme za zaštitnu odjeću i obuću koje su prihvaćene i primjenjuju se u Republici Hrvatskoj.

Navedeni podaci prikupljeni su vlastitim sposobnostima pretraživanja, samostalno obrađeni i kao takvi sastavljeni u cjelinu ovog završnog rada.

2. OPĆENITO O ZAVARIVANJU

Zavarivanje se povijesno razvijalo kao sastavni dio vještina ljevača, zlatara i kovača kod izrade posuđa, nakita, oruđa za rad i građevina (vrata, mostovi, okovi, ograde itd.).

Zavarivanje je proces sklapanja, odnosno spajanja dvaju ili više istorodnih/raznorodnih materijala pritiskom ili taljenjem, sa ili bez dodavanja dodatnog materijala čime nastaje homogeni zavareni spoj, u kojem ne bi trebalo doći do pojave pukotina tzv. „pora“, odnosno rupica nastalih nedostatkom zaštitnog plina ili drugog zaštitnog sredstva. Kakvoća i svojstvo zavara ovise o miješanju materijala, plinovima, o brzini zavarivanja, količini i gibanju taline itd.

Za obavljanje poslova zavarivanja važno je znati više o svojstvima materijala i bravariji, termodinamici i elektrotehnici, kao i metalurškim procesima i proračunima.

Zavareni spoj predstavlja cjelinu dobivenu zavarivanjem dijelova zavarenih komada, koji su karakterizirani međusobnim pozicioniranjem zavarenih dijelova i oblikom zavarenih krajeva.

Zavarljivost predstavlja mogućnost materijala koji se prilikom određenih povoljnih uvjeta zavarivanja ostvaruje kontinuirani zavareni sloj, čija svojstva udovoljavaju vijeku eksploatacije i predviđenim uvjetima.

Navarivanje predstavlja prekrivanje/fiksiranje dodatnog materijala na utvrđenu podlogu u svrhu ostvarivanja segmenata traženih proporcija i karakteristika.

Zona taljenja (šav, zavar/navar) se karakterizira kao dio površine poprečnog presjeka zavarenog spoja koji je bio rastaljen.

Većina poslova zavarivanja povezana je sa proizvodnjom u automobilskoj industriji, brodogradnji, komercijalnoj izgradnji itd., odnosno poslovi zavarivanja ogledaju se u održavanju i popravcima posuda pod tlakom, kotlovskih bubnjeva, cilindričnih rezervoara, turbinskih lopatica, kompenzatora, medicinskih instrumenata, održavanju industrijskih pogona, naftovoda, izgradnji nosivih čeličnih konstrukcija (gradnja mostova, strojogradnja i dr.), u valjaonicama, održavanju vanjskih gradilišta, zavarivanju čeličnih cijevi, cjevovoda, pogonskih osovina, teških

strojnih dijelova, navarivanju za ojačanja spremnika, navarivanju vijaka i matica, čepova itd.

Lemljenje i plinsko rezanje metala su slični, srodni postupci zavarivanja, no ne i isti. Pri obavljanju poslova zavarivanja i srodnih postupaka - lemljenje i plinsko rezanje metala, pojavljuju se kompleksne profesionalne opasnosti:

1. toksični plinovi u zavarivačkom dimu,
2. prskanje užarenog metala,
3. padovi,
4. zračenje,
5. buka,
6. čestice zavarivačkog dima,
7. fizički napor i ukočenost,
8. neodgovarajuća mikroklima,
9. električna struja. [1]

Toksični plinovi koji nastaju prilikom zavarivačkih postupaka su ugljični monoksid, ozon, dušikov oksid, fluor i njegovi spojevi, mangan i njegovi oksidi, željezo i njegovi oksidi itd. [1]

Zavarljivost može biti:

1. dobra,
2. loša,
3. jako slaba.

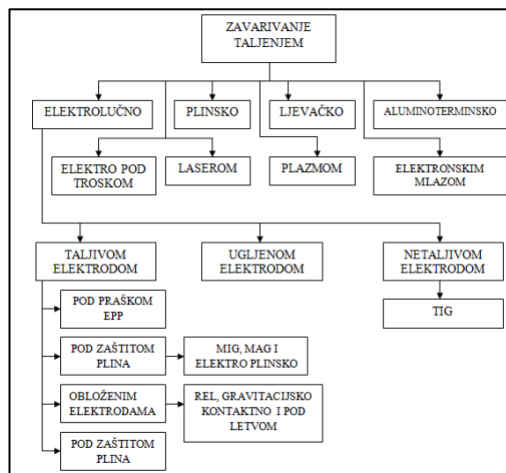
Zahtjevi za dobru zavarljivost:

1. potreban kemijski sastav materijala prije i nakon zavarivanja,
2. potrebna tvrdoća,
3. manji udio ugljika koji je vezan za zakaljivost.

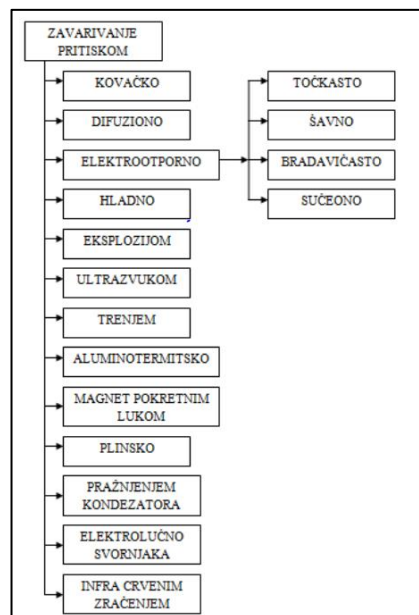
Metode zavarivanja se prema načinu spajanja dijele na:

1. zavarivanje taljenjem - na mjestu spoja zavarivanje materijala u rastaljenom stanju uz dodatni materijal ili bez njega,
2. zavarivanje pritiskom – na mjestu spoja zavarivanje materijala u čvrstom ili omekšanom stanju s pomoću pritiska ili udarca. [2] Slika 1. prikazuje

podjelu postupka zavarivanja taljenjem, dok slika 2. prikazuje podjelu postupka pritiskom.



Sl. 1. Podjela postupka zavarivanja taljenjem [2]



Sl. 2. Podjela postupka zavarivanja pritiskom [2]

Vrste zavarivanja bez taljenja:

1. zavarivanje isprešavanjem (CEW),
2. hladno zavarivanje pritiskom (CW),
3. difuzijsko zavarivanje (DFW),
4. eksplozijsko zavarivanje (EXW),
5. magnetsko zavarivanje,

6. kovačko zavarivanje (FOW),
7. zavarivanje trenjem (FRW),
8. zavarivanje vrućim pritiskom (FSW),
9. zavarivanje vrućim izostatskim pritiskom (HPW),
10. zavarivanje valjanjem (ROW),
11. ultrazvučno zavarivanje (USW).

Zavarivači se moraju pridržavati određenih pravila prilikom korištenja plinskih boca za zavarivanje:

1. postupak otvaranja ventila mora biti polagan te se mora prilikom otvaranja pratiti da li negdje postoji propuštanje koje se treba sanirati,
2. uvjet za korištenje boca je i reducir ventil koji je potreban kako bi rad bio odrađen na siguran način,
3. kada se koriste boce, ventil, crijeva i gorionik rukavice moraju biti nezasićene mastima ili uljima,
4. boce se moraju koristiti samo i isključivo u svrhu zavarivanja i rezanje materijala, a ne smiju se koristiti za propuhivanje ili otprašivanje,
5. bitan detalj na cjevovodu koji ide od reducir ventila je nepovratni ventil koji sprječava povratni plamen,
6. boce moraju biti na mjestu koje je za to predviđeno, a koje je za njih najsigurnije, odnosno ne može se dogoditi da budu izložene letećim česticama, plamenu ili iskrama koje bi mogle ugroziti živote na način da stvore požar ili eksploziju,
7. boce uvijek moraju biti vezane, odnosno osigurane na određeni način kako ne bi došlo do pada,
8. transport boca je moguć jedino u vertikalnom položaju, a tako i rad,
9. zaštitne kape koje su dio boce moraju biti odložene na za to predviđeno mjesto kako ne bi uzrokovale ozljedu,
10. crijeva koja se koriste za transport plinova moraju biti izrađena od gume te zaštićena i postavljena na odgovarajuće mjesto, dok spojevi moraju biti kvalitetno odrađeni sa obujmicama.

2.1. Greške u zavarenim spojevima

Greške u zavarenim spojevima, kao i njihovo opetovanje uzrokuju velike probleme u procesu zavarivanja. Mogući uzroci nastajanja grešaka mogu biti:

1. kod pripreme za zavarivanje (pre mali kut žlijeba, preveliko ili premalo rastojanje u grlu žlijeba, neadekvatni i nepripremljeni rubovi za zavarivanje i dr.),
2. zbog zavarivača (ne zna raditi, ne pridržava se zadane tehnologije),
3. zbog dodatnog i potrošnog materijala (dodatni materijal je vlažan, previše vlage u zaštitnom plinu, neodgovarajuća količina praška u praškom punjenoj žici itd.),
4. na radnom mjestu (jako strujanje zraka, prekomjerna količina prljavštine ulazi u zavar, prisilni položaj zavarivača prilikom zavarivanja),
5. kod postupka zavarivanja (od zavarivača se traži natprosječna vještina),
6. kod tehnologije zavarivanja (pogrešan redoslijed zavarivanja, pogrešno izračunata temperatura predgrijavanja i dr.). [3]

Greške u zavarenom spoju mogu se dijeliti prema više kriterija. Prema kriteriju vidljivosti i nevidljivosti iste mogu biti:

1. vidljive greške što se otkrivaju, vide, raspoznaju i definiraju bilo vizualno ili metodom nerazorne defektoskopije,
2. nevidljive, tzv. latentne greške što se otkrivaju uporabom razornih, složenih i metalograskih ispitivanja, a čije korištenje nije redovito zbog visoke cijene i dugotrajnosti. [3]

Greške u zavarenom spoju koje nastaju u izradi:

1. prema uzroku nastajanja (metalurške, tehnološke, konstrukcijske),
2. prema položaju (površinske/nadpovršinske, po presjeku, unutarnje),
3. po obliku (zaobljene, oštre, izdužene),
4. po vrsti (nedostatak provara, naljepljivanje),
5. po brojnosti (pojedinačne, učestale, gnijezdo grešaka),

6. po veličini (male, srednje, velike), [3] čime slika 3. prikazuje takve greške - tzv. „pore“ u zavarenom spoju.



Sl. 3. „Pore“ u zavaru [4]

Prema međunarodnoj klasifikaciji, pogreške u zavarenom spoju klasificirane su u šest osnovnih skupina: pukotine, šupljine, uključci čvrstih tijela, nedovoljno vezivanje i penetracija, pogreške oblika i ostale pogreške. [5]

Greške u zavaru otkrivaju se kontrolom, odnosno ispitivanjem. Kontrola sa razaranjem upotrebljava se kod ispitivanja mehaničkih svojstava te kemijskog sastava, a za ispitivanje grešaka u zavarenim spojevima upotrebljava se u slučajevima masovne proizvodnje na proizvodima gdje se zavareni spojevi nalaze na nepristupačnim mjestima.

Kontrolom bez razaranja otkrivaju se greške u pripremi za zavarivanje, na površini zavara i u unutrašnjosti zavara.

Vizualna kontrola se upotrebljava za otkrivanje grešaka u pripremi za zavarivanje, tijekom zavarivanja i na površini zavara.

Penetrantska kontrola, odnosno ispitivanje koristi se za otkrivanje nevidljivih površinskih pukotina u korijenu zavarenog spoja.

Kontrola magnetnim česticama upotrebljava se za otkrivanje pukotina na površini ili malo ispod površine.

Ultrazvučna kontrola upotrebljava se za otkrivanje grešaka unutar zavara te se mogu otkriti i najsitnije greške.

Radiografska kontrola upotrebljava se za otkrivanje grešaka unutar zavara, dok veličina otkrivene greške ovisi o veličini zrna na filmu i kakvoći snimke.

3. SVRHA UPORABE OSOBNE ZAŠTITNE OPREME

Svrha provođenja zaštite na radu je osigurati uvjete rada bez opasnosti/poteškoća za život i zdravlje svih osoba na radu, odnosno u radnoj okolini.¹

Ustavom Republike Hrvatske zajamčeno je svakom radniku pravo na sigurnost života i zdravlja², iz čega proizlazi potreba za neprestanim usavršavanjem i poboljšanjem sustava i uvjeta zaštite na radu u svrhu ostvarivanja sigurnih uvjeta za rad, a opasnosti na radu potrebno je ograničiti na najmanju moguću mjeru. [6]

Osnovni izvori opasnosti pri radu zavarivanja su:

1. prignječenje koje se može dogoditi prilikom prevrtanja ili samog pada plinskih boca,
2. opekline koje se vrlo lako mogu pojaviti na način da užarena troska ili prskajući metal dođe u kontakt s kožom ili drugim dijelovima tijela,
3. ozljeda očiju koja se može dogoditi zbog svjetlosnog onečišćenja,
4. oštećenje očiju zbog zasljepljivanja i jakog bliještanja te štetne ultraljubičaste svjetlosti,
5. udisanje štetnih plinova, dima, pare koji su nusprodukt zavarivanja, a opasni su za ljudski organizam,
6. eksplozija koja se događa kada se ispune svi uvjeti zapaljive smjese,
7. vatra koja stvara početni požar ako pojedini dio zavora prsne na zapaljive materijale koji se nalaze u blizini zavarivanja.

Osobna zaštitna oprema je sva oprema koju radnik nosi, drži ili na bilo koji drugi način koristi na radu pri obavljanju poslova, tako da ga štiti od jednog ili više izvora opasnosti, odnosno štetnosti koje bi mogle ugroziti njegovu sigurnost i zdravlje.³

Osobna zaštitna oprema podrazumijeva opremu osobne zaštite kojom se otklanja djelovanje opasnosti za život ili zdravlje radnika tijekom rada, uz uvjet da

¹ Zakon o zaštiti na radu (71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18), čl. 1.

² Ustav RH (NN 56/90, 135/97, 08/98, 113/00, 124/00, 28/01, 41/01, 55/01, 76/10, 85/10, 05/14), čl. 70.

³ Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme (NN 05/21), čl. 3.

se ne mogu otkloniti drugim radnjama. Osobna zaštitna oprema ne smije smetati kretanju radnika, nadraživati kožu, neugodno mirisati, puštati boju, mora biti otporna u određenoj razini prema plamenu, električnoj energiji, udaru i dr.

Za zavarivače, koji rade u natprosječno opasnim radnim uvjetima, trebali bi biti izrađeni posebni pravilnici o nužnosti uporabe najkvalitetnijih osobnih zaštitnih sredstava. Na kraju, to nije nikakav luksuz, već investicija koja se u prosjeku najbrže isplati i dugoročno donosi najveći profit. Toga bi morali biti svjesni prije svega zavarivači, a stručno osoblje trebalo bi humanitarnim i ekonomskim argumentima uvjeriti one koji to ne/žele shvatiti. [7]

Zaštitu treba provesti:

1. od zračenja,
2. od mehaničkih opasnosti,
3. od buke i vibracija,
4. od udara električne struje,
5. sprječavanju nastanka požara i eksplozije.⁴

Pri elektrolučnom zavarivanju dolazi do visokog intenziteta ultraljubičastog i infracrvenog zračenja što može dovesti do upale rožnice oka i opekotina na mrežnici oka, oštećenju kože lica i tijela te kako bi se isto spriječilo važna je uporaba maski i naočala sa specijalnim staklima. Prilikom udisanja štetnih plinova koji nastaju pri zavarivanju mogući su neurološki i nervni problemi, oštećenja jetre, bubrega i drugih organa te je uvelike bitna kvalitetna ventilacija prostora u kojem se vrši takvo zavarivanje.

Pri plinskom zavarivanju velika je opasnost pri radu zbog zapaljivosti i eksplozivnosti rada što dovodi do nezapamćenih nesreća s teškim posljedicama po zdravlje zavarivača, odnosno i zdravlja drugih radnika iz neposredne blizine.

Padovi su najčešće uzrokovani nepažnjom, odnosno nedovoljnom koncentracijom, električnim udarom, kao i nepropisnim održavanjem i provođenjem radnog mjesta zavarivača pogotovo ukoliko se zavarivanje vrši na visini, a ponajviše kod obavljanja montažnih radova ili kod prevrtanja i pada plinskih boca.

⁴ Zakon o zaštiti na radu (71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18), čl. 12.

Nadalje neodgovarajuća ventilacija utječe na smanjenje radne sposobnosti zavarivača, što se reflektira na ovisnost o temperaturi i relativnoj vlažnosti. Također dugotrajnim prisilnim položajem zavarivača, ponavljanjem istih pokreta, kao i položajem zavarivača u skućenom prostoru (kanali, kotlovi i dr.) isti izazivaju fizički umor i ukočenost, ali se mogu pojaviti i kao faktor rizika od nastanka nekih koštano-zglobnih bolesti.

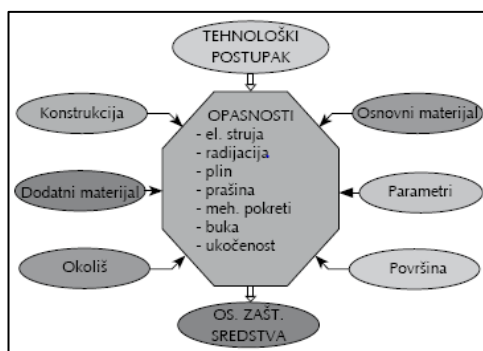
Shodno tome donose se mjere zaštite zavarivača kojima se postiže siguran rad i čuva zdravlje zavarivača, ali i ostalih osoba iz neposredne blizine s mjesta zavarivanja. Kao takve, mjere zaštite se dijele na:

1. opće mjere zaštite na radnom mjestu,
2. uporabu osobne zaštitne opreme,
3. preventivne mjere zaštite.

Uporaba osobne zaštitne opreme uređena je zakonskim propisima i podzakonskim općenormativnim aktima, koji su obvezujući i usklađeni sa europskim i međunarodnim standardima, na temelju čega su donesene norme koje pobliže i preciznije pojašnjavaju svaku moguću dostupnu i adekvatnu zaštitnu opremu zavarivača.

Bitna je svijest o zaštiti na radu koja se ne provodi isključivo zbog zakonskih propisa, već kao nužnost kojom bi se sigurnost radnika povećala na najveću razinu. Propisi su tu samo da bi definirali i odredili minimum obvezne zaštite, ali je u tom području uvijek moguće i poželjno napraviti puno više. [6]

Shodno navedenom, slika 4. prikazuje čimbenike kojima se utječe na opasnost i osobnu zaštitu.



Sl. 4. Čimbenici koji utječu na opasnosti i osobnu zaštitu [8]

Na temelju procjene rizika za sigurnost i zdravlje kojima su radnici izloženi na radu poslodavac određuje osobnu zaštitnu opremu postupajući prema općim načelima prevencije zaštite na radu.⁵

3.1. Obaveze poslodavca

Na poslovima na kojima nije moguće u dovoljnoj mjeri otkloniti ili smanjiti rizike za sigurnost i zdravlje radnika navedeni koriste osobnu zaštitnu opremu primjenom osnovnih pravila zaštite na radu ili odgovarajućom organizacijom rada.⁶

Poslodavac osigurava radnicima osobnu zaštitnu opremu koja mora ispunjavati sljedeće zahtjeve:

1. projektirana i proizvedena u skladu s bitnim zdravstvenim i sigurnosnim zahtjevima i pravilima za slobodno kretanje na tržištu,
2. namjenski izrađena za zaštitu od očekivanih rizika i da njezina uporaba ne uzrokuje daljnje rizike za sigurnost i zdravlje radnika,
3. odgovara postojećim uvjetima na mjestu rada,
4. odgovara ergonomskim potrebama i zdravstvenom stanju radnika,
5. izrađena i oblikovana na način da je radnik može pravilno prilagoditi na jednostavan način.⁷

Na vlastiti trošak poslodavac mora osigurati radnicima ispravnu osobnu zaštitnu opremu, provoditi postupke održavanja, popravaka i izvršiti zamjenu iste te osigurati zadovoljavajuće higijensko stanje opreme. Također radnicima mora dati na raspolaganje i upoznavanje tehničke upute te upute za uporabu osobne zaštitne opreme.⁸ Ujedno poslodavac je dužan omogućiti obavljanje pregleda radne opreme, ali i ispitivanja radne opreme u propisanim rokovima radi provjere ispunjavanja sigurno zdravstvenih zahtjeva na radnoj opremi, odnosno radi otklanjanja nedostataka koji bi mogli ugroziti sigurnost i zdravlje rukovatelja i drugih radnika u prostoru korištenja radne opreme.⁹

⁵ Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme (NN 05/21), čl. 6.

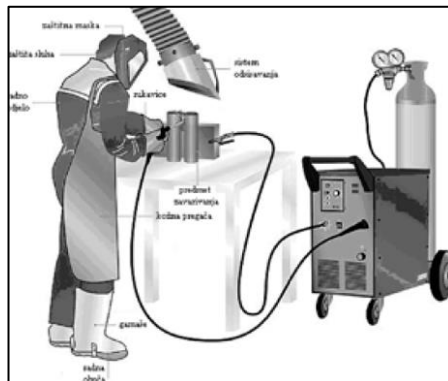
⁶ Ibid, čl. 5.

⁷ Pravilnik o uporabi osobne zaštitne opreme (NN 05/21), čl. 7.

⁸ Ibid, čl. 10.

⁹ Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme (NN 16/16, 120/22), čl. 1.

Takva oprema ne smije smetati kretanju radnika-zavarivača, neugodno mirisati, nadraživati kožu ili puštati boju, te mora biti otporna na lom, plamen, električnu energiju i udar. Slika 5. prikazuje zavarivača s osobnom zaštitnom opremom.



Sl. 5. Zavarivač s osobnom zaštitnom opremom [9]

Uvelike je važna pravilna uporaba, pravilan odabir te pravilno i redovito održavanje osobne zaštitne opreme.

Preventivne mjere za zaštitu zdravlja zavarivača:

1. sistematski zdravstveni pregledi (minimalno jednom godišnje),
2. dodatni odmor u zimskom razdoblju,
3. povremeni stručni seminari o načinu zaštite na radu.

4. UPORABA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME PRILIKOM ZAVARIVANJA

Proizvođači zaštitne opreme za zavarivača obvezni su deklaracijom (CE) potvrditi sukladnost prema direktivama Europske unije, odnosno u skladu s međunarodnim ugovorima koji obvezuju Republiku Hrvatsku pri izradbi hrvatskih normi uzimaju se u obzir međunarodne norme, europske norme i nacionalne norme drugih država. Hrvatske norme označuju se HRN.¹⁰

Kompletan sigurnosni komplet odjeće uključuje taksativno nabrojenu zaštitnu opremu zavarivača:

1. odijelo i
2. cipele.

Prema GOST-u oprema za zavarivače mora izdržati bez oštećenja kratkotrajno izlaganje električnom luku te mora biti napravljena od negorivih tkanina kao što su cerada, koža ili platno impregnirano protupožarnom zaštitom. Takva odjeća ne smije smetati kretanju radnika i mora biti prikladna.

Generalno gledajući prilikom obavljanja poslova zavarivanja u OZO zavarivača svrstava se oprema:

1. za zaštitu glave, očiju i lica,
2. za zaštitu dišnih organa,
3. za zaštitu sluha,
4. za zaštitu ruku, zgloba ruke, nogu, ramenice, trbušnih organa, tijela,
5. od ionizirajućeg zraka,
6. nepovoljnih atmosferskih prilika,
7. od pada s visina. [10]

Shodno tome u tablici 1. prikazana je osobna zaštitna oprema pri zavarivanju.

¹⁰ Zakon o normizaciji (NN 80/13), čl. 12.

Tab. 1: Osobna zaštitna oprema pri zavarivanju

Zaštitna sredstva	Odgovarajuća uporaba	Kontrola ispravnosti	Održavanje
Zaštitne naočale	Služe za zaštitu očiju i lica od letećih čestica i prskajućih tekućina	Nisu za uporabu kada se stakla oštete ili kada se više ne mogu namjestiti na lice	Održavaju se isprašivanjem i ispiranjem
Štitnici za oči i lice (maske za zavarivanje ručne i načelavne)	Služe za zaštitu očiju i lica od letećih čestica i prskajućih tekućina	Nisu za uporabu kada postanu neprozirni ili se oštete	Održava se isprašivanjem i pranjem
Respiratori	Služe za zaštitu respiratornih organa od utjecaja prašine, plinova i dima	Nisu za upotrebu kada se oštete ili filter nije uporabljiv	Održavaju se ispiranjem u toploj vodi i dezinfekcijama. Filter se povremeno mora isprašiti, a mijenja se u vremenskim razmacima koji su propisani nauputi proizvođača
Plinske maske	Služe za zaštitu dišnih organa od utjecaja prašine, plinova i	Nisu za upotrebu kada se oštete ili filter nije uporabljiv u vremenskim razmacima koji su propisani na uputi proizvođača	
Zaštitne rukavice	Služe za zaštitu ruku od mehaničkih ozljeda, utjecaja nagrizajućih tekućina, otapala	Nisu za upotrebu kada se oštete u tolikoj mjeri da postoji opasnost od ozljeda ruku kod njihoveuporabe	Održava se ispiranjem u vodi i premazivanjem vazelinom za kožu, odnosno posipanjem praška za gumu
Radna odjeća od tekstila	Služi za zaštitu tijela od mehaničkih ozljeda i štetnog zračenja	Nisu za uporabu kada se tako oštete da se ne mogu popraviti	Održava se pranjem
Zaštitne cipele s čeličnom kapičom	Služe za zaštitu prstiju i od pada teških tereta	Nisu za uporabu kada se oštete i podru	Održava se pranjem i mazanjem kože

Preventivna zaštitna oprema prilikom zavarivanja sadrži:

1. detektore eksplozivnosti plinova i para,
2. opremu za reanimaciju,
3. uređaje za dekontaminaciju očiju,
4. sigurnosnu opremu (koja uključuje npr. svjetiljke). [10]

U sigurnosnim mjerama pri izvođenju zavarivanja strogo je zabranjen/o:

1. rad na otvorenom prostoru tijekom oborina,
2. ne primjenjivati opremu koja se koristi za zaštitu organa za disanje uz pomoć ventilacije ili kacige sa zračnim punjenjem,
3. rad na težini, odnosno nositi dio rukom,
4. imati blizu mjesta zavarivanja zapaljive stvari,
5. rad u nauljenoj odjeći ili s tragovima masti,

6. ne može se raditi s maskom ili štitom s pukotinama u filteru ili oštećenjem zaslona. [11]

Zavarivač smije započeti sa radovima zavarivanja samo na određenim mjestima koja su naznačena da postoji zaštita od požara, uz naglasak na mjesta rada gdje se radovi izvode vrlo kratko ili se inače uopće ne izvode. Ovisno o mjestu zavarivanja, odnosno radi li se o zatvorenom prostoru, otvorenom prostoru, na visini, u svemiru, u kontaminiranom prostoru upotrijebiti će se odgovarajuća zaštitna oprema.

4.1. Oprema za zaštitu dišnih organa prilikom zavarivanja

Pravilnikom o uporabi osobne zaštitne opreme (NN 05/21) propisani su zahtjevi koje moraju ispunjavati OZO za zaštitu dišnih organa sve s ciljem osiguranja zaštite radnika od opasnih tvari, učestalosti izlaganja, razine rizika, karakteristikama mjesta rada, vremenu i okolnostima te uvjetima u kojima ih je radnik dužan upotrebljavati.

Poslodavac je obvezan u okviru podučavanja za rad na siguran način obučavati radnike za pravilnu uporabu OZO za zaštitu dišnih organa te im omogućiti i dati na uvid tehničke upute i upute za njihovu uporabu. Nadalje, poslodavac treba svakom radniku osigurati osobni komad opreme za zaštitu dišnih organa (polumaska, maska za lice). Ukoliko navedenu opremu koristi više osoba može doći do zdravstvenih ili higijenskih teškoća s obzirom na specifičnost opreme.

Oprema za zaštitu dišnih organa odnosi se na filtrirajuće naprave za zaštitu od štetnosti udisanja opasnih plinova, dimova, para, prašine i dr.

Kod obavljanja poslova zavarivanja u opremu za zaštitu dišnih organa zavarivača ubrajaju se zavarivačke maske sa filtrom, polumaske s filtrom, respiratori, aparati sa otvorenim i zatvorenim sustavom cirkulacije, samospasilac i cijevni uređaji. Slika 6. prikazuje znak obveze nošenja takve vrste osobne zaštitne opreme.



Sl. 6. Znak obveze nošenja OZO za zaštitu dišnih organa [12]

4.1.1. Zavarivačka maska s filtrom

Zavarivačka maska s filtrom mora biti dizajnirana temeljem norme HRN EN 379:2008 na način kojim štiti cijelu površinu vrata i lica. Takva maska izrađuje se od plastike otporne na temperaturu, treba biti što lakša sa sposobnošću optimalne prilagodbe obliku i dimenzijama glave zavarivača, dok je najznačajniji dio takve maske svjetlosni filtar s obzirom na intenzivno zračenje ultraljubičaste svjetlosti. Način rada filtra temelji se na polarizaciji tekućih kristala koji omogućavaju normalnu vidljivost, dok nije uspostavljen električni luk te potpuno blokira ultraljubičaste i infracrvene zrake kad se uspostavi luk. [9] Slika 7. prikazuje zavarivačku masku sa filtrom.



Sl. 7. Zavarivačka maska sa filtrom [13]

Ukoliko su zavarivači izloženi štetnostima od oslobođenih plinova iz zavarivačkog dima u zraku 6 mg/m^3 čestica potrebna je nužna uporaba zavarivačke maske s filtrom, pogotovo u zatvorenim prostorima.

Korištenjem takve vrste opreme kod zavarivača se sprječava nastanak oštećenja pluća, trovanja, unutarnjeg krvarenja itd.

4.1.2. Polumaska s filtrom

Polumaska s filtrom koristi se uz zavarivačku masku bez filtra i to prilikom zavarivanja kada nije potrebno štiti oči već organe za disanje, odnosno koristi se kod nižih koncentracija tvari opasnih za ljudsko zdravlje. Kao takva, polumaska s filtrom, mora biti izrađena temeljem norme HRN EN 132:2004 koja propisuje:

1. biti usko pripijena na lice,
2. prikrivati bradu, nos i usta,
3. najveća masa filtra ne smije biti teža od 300 grama. Slika 8. prikazuje dijelove takve polumaske s filtrom.



Sl. 8. Dijelovi polumaske s filtrom [13]

Prema normi HRN EN 140:2002 polumaske s filtrom, odnosno tijelo polumaske (oslonac za bradu, podesivi nosnik) mora biti napravljeno ili od termoplastike, silikonske gume ili polikropenske/polikloropenske gume, točnije kod polumaske držač ventila od poliamida, brtvilo od termoplastičnog elastomera ili silikona, sigurnosno kopčanje od poliestera i gume, a ventil treba biti silikonski te kućište izrađeno od polipropelina.

4.1.3. Respirator

Respirator se koristi uz zavarivačku masku bez filtra te služi za zaštitu dišnih organa prilikom pripreme materijala za zavarivanje, a kojom prilikom prvenstveno štiti od štetne prašine i dimova. Koristi se jednokratno i mora biti izrađen sukladno normi HRN EN 132:2004, a odnosi se na ventile za udah te je napravljen od filtrirajućeg materijala (gaza, celuloza ili specijalno složeni papir). Za zavarivače provodljivost treba biti od 0,5 do 5 μm . Oznaka na respiratoru označava vrstu štetnosti od koje zaštićuju:

KL-I → za mineralne prašine,

KL-II → za otrovne prašine, metalne dimove od cinka, olova itd.,

KL-III → za radioaktivne prašine i visokotoksične aerosole. Sl. 9. prikazuje respirator.



Sl. 9. Respirator [13]

4.1.4. Zaštitne naprave za disanje pri samospašavanju tzv. samospasilac

U zaštitne naprave za disanje pri samospašavanju ubrajaju se različite vrste maski ili usnika ovisno o namjeni sa svrhom spašavanja iz kontaminiranog prostora, odnosno kod zavarivanja u zatvorenim posudama i rezervoarima koji se nisu u mogućnosti potpuno inertizirati, a postoji mogućnost nagle promjene koncentracije kisika i štetnih plinova, na način da zalihu kisika za disanje nosi zavarivač.

Takve naprave koriste se u slučaju boravka u zagađenoj atmosferi gdje je nedovoljno kisika ili visoka koncentracija toksičnih plinova i aerosola, u nuždi na

dohvat ruke zavarivačima kako bi ih mogli odmah, bez odgode upotrijebiti. Vrijeme korištenja takvih naprava ovisi o zalihama plina i potrošnji zavarivača, kojom prilikom je omogućena zaštita od oko cca. 30 minuta. [10]

Zahtjevi, ispitivanje i označavanje samospasilaca sukladno je normama HRN EN 402:2003, 404:2005, 14529:2005. Slika 10. prikazuje tzv. samospasilaca.



Sl. 10. Zaštitna naprava pri samospašavanju [13]

4.1.5. Cijevni uređaji

Iz drugih prostorija se dovodi čisti zrak pomoću cijevnih uređaja koji omogućavaju zaštitu organa za disanje u radnom okolišu od aerosola, dima, štetnih plinova, krutih čestica itd. kada se očekuje povišena koncentracija tih navedenih tvari ili ako je koncentracija kisika u zraku manja od 17 %, ako je koncentracija kisika u zraku nepoznata, ako je koncentracija plinova ili para veća od 2 % volumnih.

Zahtjevi, ispitivanje i označavanje cijevnih uređaja sukladno je normi HRN EN 269:2002. Kao takvi, cijevni uređaji se dijele na:

1. cijevni uređaj sa svježim zrakom (do 10 m),
2. cijevni uređaj s dovodom čistog zraka pomoću puhala ili mijeha (do 25 m),
3. cijevni uređaj s priključkom na kompresor, a čime slika 11. prikazuje cijevni uređaj s dovodom čistog zraka pomoću puhala.



Sl. 11. Cijevni uređaj s dovodom čistog zraka pomoću puhala [13]

4.1.6. Aparati s otvorenim sustavom cirkulacije

Samostalni je uređaj za disanje koji se temelji na opskrbljenosti zavarivača čistim zrakom za disanje iz boce sa zrakom od 200 do 300 bara, dok se izdahnuti plinovi ispuštaju u atmosferu.

Vrijeme rada takvog aparata ovisi o volumenu spremnika, tlaku u spremniku, težini rada, kao i individualnim osobinama zavarivača. Vrijeme rada, odnosno korištenja istog je od 30 minuta do 60 minuta te ga je potrebno redovito servisirati po uputama proizvođača.

Prije svake uporabe mora se provjeriti njegova ispravnost te obaviti vizualni i sigurnosni pregled, dok se nakon uporabe treba odložiti u prostor za održavanje na način da se očisti, dezinficira i osuši.

Dijelove takvog aparata čine: posuda sa zrakom, ventili, manometar, cijevi za dovod zraka, maska, reduktor tlaka, dišni automat, čija masa je 18 kg. [10] Slika 12. prikazuje aparat s otvorenim sustavom cirkulacije.



Sl. 12. Aparat s otvorenim sustavom cirkulacije [13]

4.1.7. Aparati sa zatvorenim sustavom cirkulacije

Aparati sa zatvorenim sustavom cirkulacije koriste se zrakom iz posude ili s kemijskim/klornim uloškom kod zaštite organa za disanje prilikom intervencije ili bijega iz jako kontaminiranog prostora u situaciji kada je koncentracija kisika manja od 17 % volumnih ili ako je koncentracija kisika nepoznata.

Vrijeme rada, odnosno korištenja istog je do 4 sata. Složenije je i zahtjevnije održavanje i ispitivanje u odnosu na aparate sa otvorenim sustavom cirkulacije. [10] Slika 13. prikazuje aparat sa zatvorenim sustavom cirkulacije.



Sl. 13. Aparat sa zatvorenim sustavom cirkulacije [13]

4.2. Oprema za zaštitu glave, sluha, očiju i lica

Opasnostima kojima je zavarivač izložen zavarivanjem potrebna je itekako adekvatna oprema za zaštitu glave, sluha, očiju i lica što je prikazano u tablici 2., koja ujedno prikazuje i kontrolu ispravnosti i održavanja istih.

Tab. 2: Vrste OZO za zaštitu glave, očiju i lica te kontrola ispravnosti i održavanja

VRSTA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME	ODGOVARAJUĆA UPORABA	KONTROLA ISPRAVNOSTI	ODRŽAVANJE
ZAŠTITNA KACIGA	Služi za zaštitu glave od padajućih predmeta i bočnih udaraca	Nije za uporabu kada se ošteti ili udubi tjeme kacige	Održava se pranjem i povremenim dezinficiranjem
ZAŠTITNE NAOČALE	Služi za zaštitu očiju i lica od letećih čestica i prskajućih tekućina	Nisu za uporabu kada se stakla oštete ili kada se više ne mogu podesiti na lice	Održavaju se isprašivanjem i ispiranjem
ČEPOVI ZA UŠI	Služe za zaštitu sluha od buke i prskajućih čestica	Za jednokratnu uporabu	

4.2.1. Oprema za zaštitu glave

U opremu za zaštitu glave zavarivača ubrajaju se:

- zaštitna kaciga sa/bez štitnika/vizira,
- zaštitna kapuljača.

4.2.1.1. Zaštitna kaciga sa/bez štitnika/vizira

Na svim radnim mjestima, u konkretnom slučaju kod poslova zavarivanja, gdje postoji opasnost od ozljede, kod ograničenog radnog prostora, gdje je povišena temperatura, opasnost od udara u predmet, pada, dodira s naponom i dr. potrebno je koristiti zaštitnu kacigu s ciljem zaštite zavarivača od toplinskih, mehaničkih, električnih i drugih opasnosti. [11] Također važno je napomenuti kako je potrebno dugu kosu skupiti i zaštititi kacigom. Slika 14. prikazuje znak obveze nošenja opreme za zaštitu glave.

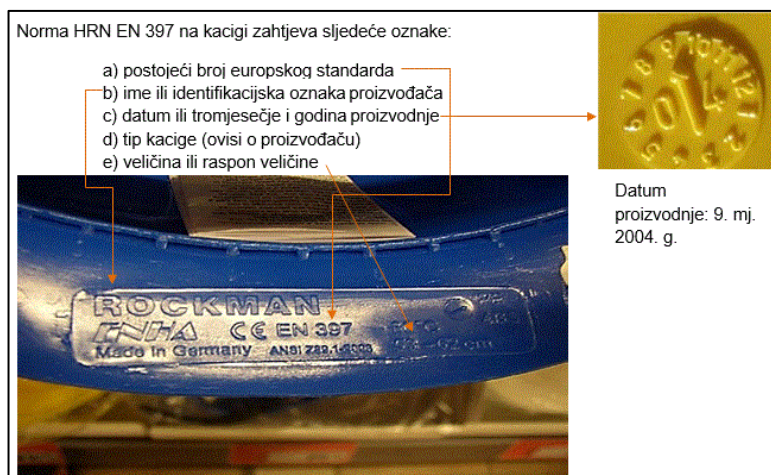


Sl. 14. Znak obveze nošenja opreme za zaštitu glave [14]

Prilikom testiranja sukladno normi HRN EN 397 zaštitna kaciga mora zadovoljiti osnovne i dodatne zahtjeve.

Norma HRN EN 397 zahtjeva oznake:

1. postojeći broj europskog standarda,
2. ime ili identifikacijska oznaka proizvođača,
3. datum ili tromjesečje i godina proizvodnje,
4. tip kacige,
5. veličina ili raspon veličine, a što prikazuje slika 15., dok slika 16. prikazuje zaštitnu kacigu bez štitnika/vizira.



Sl. 15. Primjer označavanja zaštitne kacige [15]



Sl. 16. Zaštitna kaciga bez štitnika/vizira [15]

Kod obavljanja poslova zavarivanja koristi se zaštitna kaciga sa štitnikom/vizirom. Štitnik/vizir se izrađuje kao čvrsti, odnosno nepomični ili preklopni namijenjen za zaštitu od prskanja čestica obrađivanog materijala, koje mogu ozlijediti lice. Slika 17. prikazuje takvu kacigu sa štitnikom/vizirom.



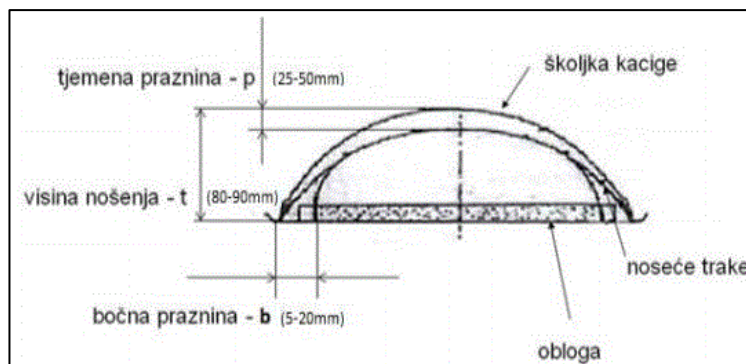
Sl. 17. Zaštitna kaciga sa štitnikom/vizirom za oči [15]

Za izradu zaštitnih kaciga koriste se materijali kao što su termoplasti i duroplasti, od kojih je termoplast materijal osjetljiviji na utjecaj sunčeve svjetlosti (UV zrake) te time nije pogodan za rad u vrućem okruženju, dok je duroplast otporniji i čvršći te se koristi u vrućem okruženju, ali i s dužim rokom trajanja - od oko osam godina. U tablici 3. prikazani su materijali od kojih se izrađuju navedene zaštitne kacige.

Tab. 3: Materijali od kojih se izrađuju zaštitne kacige

Termoplasti	Duroplasti
ABS - poliakrilnitril - butadien stiren kopolimer	GP-UP - poliester - staklene čestice
PA - poliamid	SF-PF - fenol - tekstilne čestice
PC - polikarbonat	
PE - polietilen	

Prilikom nošenja zaštitne kacige bitno je da vertikalna praznina ne smije biti veća od 50 mm, bočna praznina ne veća od 25 mm te prema visini nošenja, odnosno koja prema veličini modela glave može biti do 80 mm, a što je prikazano slikom 18.



Sl. 18. Presjek zaštitne kacige [16]

Preporuke kod nošenja zaštitnih kaciga:

1. mora prianjati uz glavu,
2. ne smije s unutarnje strane biti metalnih/tvrdih izbočina,
3. svi dijelovi od kojih je izrađena kaciga moraju biti namjene da u slučaju nezgode ne mogu povrijediti osobu koja je nosi,
4. mora postojati sustav za podešavanje kacige,
5. prostor između gornjeg dijela kacige i tjemena mora biti dovoljno prozračan.

Održavanja zaštitne kacige:

1. pridržavati se uputa proizvođača,
2. provjeravati vizualno kacigu,
3. ne izlagati kacigu direktnom utjecaju sunca,
4. ne bojati kacigu,
5. remen nositi na stražnjoj strani.

4.2.1.2. Zaštitna kapuljača

Zaštitna kapuljača štiti zavarivača od utjecaja visokih temperatura u okolišu, od posljedica prskanja rastaljenog materijala te opasnog zračenja ultraljubičaste svjetlosti nastale zavarivanjem. [10] U potpunosti kapuljača prekriva cijelu glavu, osim lica te ramena, dok je pričvršćena oko vrata čičak trakom, a izrađuju se od goveđe kože ili od aluminiziranog kevlara/karbona. Slika 19. prikazuje zaštitnu kapuljaču.



Sl. 19. Zaštitna kapuljača za zavarivanje od goveđe kože [16]

4.2.2. Oprema za zaštitu očiju i lica

Zavarivanjem dolazi do jakog bliještanja i zaslepljenja očiju te mogućnosti pada iskra i letećih čestica u oko, čime je od velike važnosti uporaba opreme za zaštitu očiju i lica. [11] Tablica 4. prikazuje odabir osobne zaštitne opreme za zaštitu očiju.

Tab. 4: Odabir osobne zaštitne opreme za zaštitu očiju pri radu

OPASNOST	ODABIR OZO
Postupak zavarivanja	OZO prema normi EN 175:2002
Lasersko zračenje	OZO prema normi EN 207:2002 i EN 208:2002
Mehanička, kemijska opasnost i/ili optičko zračenje (koje nije zavarivanje ili laser)	OZO prema normi EN 166:2002, odnosno prema normi HRN EN 1731:2008

Prema normi EN 166:2002 osobna zaštitna oprema za oči i lice označava se na okviru uz oznaku:

1. proizvođača,
2. norme → EN,
3. područja uporabe,
4. mehaničke otpornosti.

Zaštitne naočale štite zavarivača od ozljeda uzrokovanih brušenjem, skidanjem troske sa zavarenog spoja, upadom čestica raznovrsnih materijala u oči ili nadražujućim i nagrizzajućim tvarima u obliku tekućine, pare, prašine, dima, plina itd. Shodno navedenom, slika 20. prikazuje znak obvezne zaštite očiju.



Sl. 20. Znak obvezne zaštite očiju [16]

Norme koje se odnose na OZO za zaštitu očiju i lica u industriji obuhvaćaju sljedeće namjene:

1. opća (osnovna) uporaba,
2. zaštita od udara,
3. zaštita od prskanja tekućine,
4. zaštita od grube prašine,
5. zaštita od plina i fine prašine,

6. zaštita od sunčevog zračenja,
7. zaštita od IC zračenja (toplinsko zračenje),
8. zaštita od UV zračenja,
9. zaštita od zračenja pri zavarivanju,
10. zaštita od laserskog zračenja,
11. zaštita od prskanja rastaljenih metala,
12. zaštita od struja kratkog spoja (električni luk).

Oprema za zaštitu očiju i lica dijeli se prema:

1. obliku,
2. namjeni i
3. djelotvornosti okulara.

4.2.2.1. Oprema za zaštitu očiju i lica prema namjeni

Prema namjeni oprema za zaštitu očiju i lica svrstava se u opremu:

1. od laserskog zračenja,
2. kod zavarivanja i
3. za ostale namjerne. Tablica 5. prikazuje vrstu opasnosti za oči i lice.

Tab. 5: Vrste opasnosti za oči i lice

Mehaničke opasnosti	Leteće čestice, prašina, otkinuti komadići materijala ...
Kemijske opasnosti	Maglice, plinovi, mlazovi tekućina ...
Zračenje	Toplinsko (infracrveno), ultraljubičasto
Laserska svjetlost	Širok spektar svjetlosti od ultraljubičaste do infracrvene

4.2.2.2. Oprema za zaštitu očiju i lica prema obliku

Oprema za zaštitu očiju i lica prema obliku dijeli se na:

1. zaštitne naočale za zavarivanje,

2. zavarivačke maske i
3. štitnike za lice.

Zavarivač je izložen opasnostima kod zavarivanja kojom prilikom dolazi do štetnog djelovanja ultraljubičastog i infracrvenog zračenja na način jakog zasljepljenja i bliještanja, koja dugoročno mogu izazvati gubitak oštine vida, opekline na koži, mogućnost trovanja, prskanja metalnih dijelova, odnosno letećih iskri rastopljenog metala i njihov upad u oko, smanjenja prepoznatljivosti i kontrasta, umora i suzenja očiju, smetnji vida, oštećenja površinskih tkiva oka (konjuktivitis), duplje očnog tkiva (upala retine) čime se koristi štitnik za oči i lice sa tamnim staklom ovisno o vrsti radova. Štitnik se izrađuje kao ručni i kao naglavni.

Kod elektrolučnog zavarivanja potrebno je zaštititi cijelo lice štitnikom, dok je kod plinskog zavarivanja moguća uporaba zaštitne kapuljače i naočala za zavarivanje s tamnim staklom.

Zaštitne naočale s tamnim staklom DIN 5 koriste se kod plinskog zavarivanja te čišćenja zavarenih mjesta koje su namijenjene za zaštitu očiju od letećih iskri, jake svjetlosti, slabijeg toplinskog i ultraljubičastog zračenja.

Tamno staklo mora biti bez ogrebotina, čisto i odgovarajućeg zasjenjenja, koje ovisi o vrsti radova koji se obavljaju.

Kod zavarivanja, uz navedeno, koristi se i druga oprema kao što su zaštitne naočale s nepropusnim okvirom, kobalt staklom ili od žičanog pletiva. Slika 21. prikazuje znak obvezne uporabe štitnika za zavarivanje.



Sl. 21. Znak obvezne uporabe štitnika za zavarivanje [16]

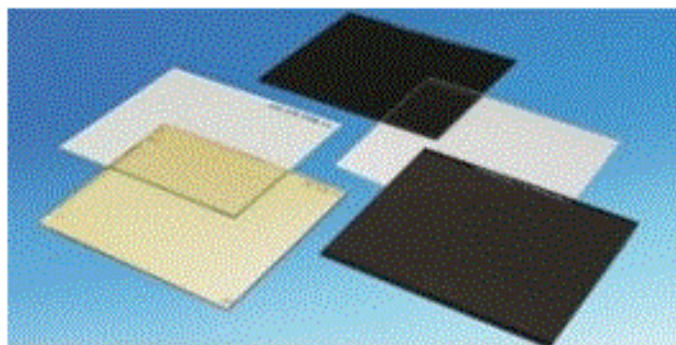
Osnovni zahtjevi norme HRN EN 175:2002 koji se postavljaju pred štitnike za zavarivanje, odnosno maske za zavarivanje definiraju veličinu, područje

pokrivanja, čvrstoću, otpornost na oštećenje pri ispadanju, reflektanciju i prigušenje svjetlosti, električnu izolaciju, otpornost na zapaljenje, otpornost na koroziju i maksimalnu masu. Dimenzija i masa ručnog zavarivačkog štitnika je min. 350 mm visine, 210 mm širine i do 500 gr s ručkom, dok je masa naglavnog zavarivačkog štitnika do 450 gr. Slika 22. prikazuje zavarivački štitnik/zavarivačku masku.



Sl. 22. Zavarivački štitnik/zavarivačka maska [16]

Ovisno koristi li zavarivač prilikom zavarivanja jednu ili obje ruke poradi pridržavanja štitnika/maske proizlazi kako mogu biti ručni i naglavni, a u čiji se otvor ugrađuje sa vanjske strane prozirno staklo, sa unutarnje strane, odnosno do lica tamno staklo sukladno klasificiranim njemačkim normama od DIN 9 do DIN 14, a što je prikazano slikom 23.



Sl. 23. Prozirna i tamna stakla za zavarivačku masku [16]

No, uz standardno tamno staklo postoji i zavarivačka maska sa samozatamnjujućim staklom koja djeluje 130 puta brže od zahtjeva za zatamnjenje navedenih normi filtera za zavarivanje - EN 379:2008.


Potreban je pravilan odabir opreme prema opasnostima koje vrebaju, a što detaljnije prikazuje tablica 6. pravilnim odabirom osobne zaštitne opreme za zaštitu očiju i lica prema opasnostima na poslu.

Tab. 6: Pravilan odabir OZO za zaštitu očiju i lica prema opasnostima na poslu

Izbor opreme za zaštitu očiju i lica															
<p>Napomena: Ova tablica ne može obuhvatiti sve moguće opasnosti i kombinacije koje se mogu pojaviti. Ispitati treba svaku situaciju i pažljivo odabrati odgovarajuću zaštitu ili kombinaciju.</p> <p>* označava preporučenu zaštitu</p>	Naočale (klasa 1)			Zatvorene naočale (klasa 2)			Maska za zavarivanje (klasa 3)	Ručni štitić za	Štitnici s pokrivalom za glavu (klasa 5)				Štitnici za lice (klasa 6)		
	A	A	B	C					A	B	C	D	A	B	C
Toplina, iskre i zalijevanje rastaljenog materijala															
Lijevanje, izlivanje livenog metala, lemljenje, točkasto zavarivanje, zavarivanje svornjaka				*							*			*	
Bliještanje (za smanjenje vidljivog zračenja)															
Odbija jaku sunčevu svjetlost, bljesak kod zavarivanja, fotografsko kopiranje	*	*	*						*	*			*		
Škodljivo optičko zračenje (umjereno smanjenje optičkog zračenja)															
Autogeno rezanje, zavarivanje, lemljenje, rad na visokim pećima, izlivanje metala, točkasto zavarivanje, fotografska kopiranja		*			*						*			*	
Škodljivo optičko zračenje (veliko smanjenje optičkog zračenja)															

PRIMJERI:


KLASA 1




KLASA 2




KLASA 3




KLASA 4



KLASA 5



KLASA 6



Plinska rezanja, naštrcavanje plazme i rezanje inertnim plinom u zaštitnoj atmosferi vodika						*	*									
---	--	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.2.3. Oprema za zaštitu sluha

Uporaba opreme za zaštitu sluha zahtjeva veću pozornost pošto je zamjećivanje zvučnih signala opasnosti kao što su povik, alarm i dr. vrlo ograničena.

Oprema za zaštitu sluha koristi se prilikom poslova zavarivanja kod izrade kotlova, na preši, montažnih radova, mehaničkom čekiću itd., odnosno kod visoke razine buke koja može oštetiti sluh zavarivača ili dovesti do gluhoće, koja uzrokuje zdravstvene probleme zavarivača i povećava rizik od ozljeda na radnom mjestu, a što uzrokuje trajne posljedice, ali i oštećuje živčani sustav koji utječe na raspoloženje zavarivača. Slika 24. prikazuje znak obvezne zaštite sluha.



Sl. 24. Znak obvezne zaštite sluha [17]

Opasnost od buke to je veća što je viši zvučni nivo i vrijeme izlaganja. U osobnu zaštitnu opremu za zaštitu sluha zavarivača ubrajaju se:

1. čepovi za uši i
2. zaštitna vata.

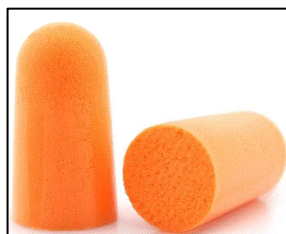
Prilikom uporabe osobne zaštitne opreme za zaštitu sluha smanjuje se razina buke u vrijednostima:

1. primjenom zaštitne vate za 20-25 dB,
2. primjenom čepova za uši za 25-30 dB.

Buka u impulsnom ili kontinuiranom obliku, ali različitog intenziteta može se pojaviti kod procesa zavarivanja. [18] Zahvaljujući novoj generaciji bukomjera i dozimetara uključujući i normu HRN EN 379:2008 obuhvaćena je različita oprema za očuvanje zaštite sluha te njega opreme, njezina uporaba, trajanje, zamjena, ispitivanje i skladištenje iste.

4.2.3.1. Zaštitna vata

Zaštitna vata tzv. švedska vata služi za zaštitu buke iznad propisane vrijednosti kod svakodnevnog obavljanja poslova zavarivanja. Prilikom uporabe vate te njezinim stavljanjem u ušni kanal treba voditi računa kako ruke uvijek moraju biti čiste i da se prema namjeni upotrebljavaju jednokratno. S obzirom da se upotrebljavaju jednokratno, njihova primjena nije česta i uobičajena praksa zavarivača. Slika 25. prikazuje zaštitnu vatu.



Sl. 25. Zaštitna vata [19]

4.2.3.2. Čepovi za uši

Čepovi za uši tzv. otoplastika koristi se u zaštiti od prekomjerne buke na način da se u ušni kanal umeću potiskivanjem, dok se izvlače povlačenjem za hvatač. Proizvode se od čvrstog materijala (silikona ili akrila), mekane površine s prihvatom za prste kod umetanja/vađenja u/iz uha te čepovi koji se proizvode od plastičnog materijala uz oblikovanje prema zavarivaču, odnosno proizvode se u različitim veličinama. Takvi čepovi se koriste višekratno na način da se nakon

uporabe temeljito isperu vodom. Kao takvi najčešći su oblik korištenja opreme za zaštitu sluha od strane zavarivača. Takva oprema je skupa, ali pruža najveću vjerojatnost zaštite sluha zavarivača. Slika 26. prikazuje čepove za uši.



Sl. 26. Čepovi za uho [20]

4.3. Oprema za zaštitu ruku i šaka

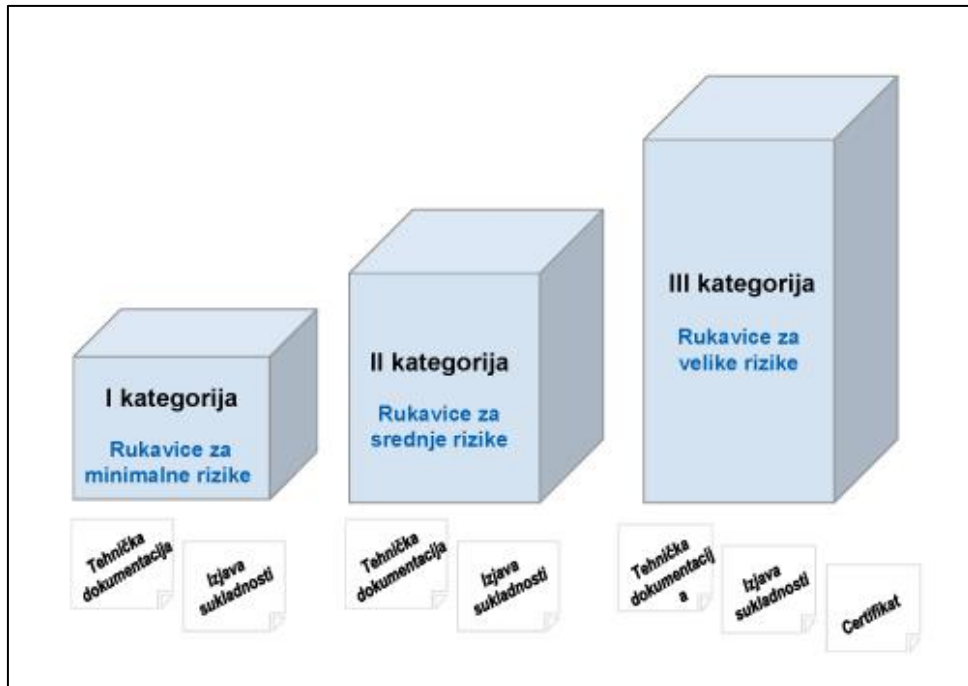
Vodeći se zaključkom kako su ruke čovjeku neprocjenjivo pomagalo u radu i kako o njima treba voditi brigu te ih zaštititi od neželjenih i štetnih mehaničkih, kemijskih, toplinskih i dr. opasnosti koje vrebaju, potrebna je zaštita koja treba biti provedena odgovorno i učinkovito, a čija bi uporaba poslužila kao prevencija ozljedama na radu ili profesionalnim bolestima. [10]

Zaštitne rukavice su dio OZO koja štiti ruke ili dio ruke od opasnosti pri radnom procesu. Slika 27.prikazuje znak obvezne zaštite ruku.



Sl. 27. Znak obvezne zaštite ruku [21]

Zaštitne rukavice razvrstavaju se u tri kategorije s obzirom na rizike od kojih štite, proizvodnju, dizajn i certifikat, uobičajeno su označene kao I., II. i III. kategorija, a što je prikazano slikom 28.



Sl. 28. Kategorije zaštitnih rukavica [21]

Rukavice I. kategorije – rukavice za minimalne rizike – predviđene za uporabu u radnim uvjetima gdje zavarivač može sam prepoznati opasnost, rizike i potrebnu razinu zaštite.

Ujedno moraju biti odgovarajuće označene, a to se odnosi na:

1. naziv i logo proizvođača,
2. naziv proizvoda,
3. veličinu,
4. upute za uporabu,
5. CE znak.



Sl. 29. Označavanje zaštitnih rukavica [21]

Rukavice II. kategorije – rukavice srednjeg rizika – složenije su izvedbe radi zaštite kod rezanja, habanja, uboda i sl.

Rukavice III. kategorije – rukavice za velike rizike – složene izvedbe radi zaštite od teških i nepovratnih oštećenja zdravlja, gdje radnik ne može prepoznati na vrijeme potencijalne opasnosti, a što se odnosi na zaštitu od štetnih zračenja, električne energije, vrućih predmeta iznad 100° C.




Uz osnove oznake i podatke o zaštitnim rukavicama, dane su i sljedeće upute:


1. rukovanja,
2. čišćenja,
3. skladištenja,
4. odlaganja,
5. posebna upozorenja (odnosi se na alergene).

Rukovanje zaštitnim rukavicama odnosi se na uporabu primjerene veličine istih, prikladnost rukavica za planirani rad te nedozvoljena upotreba oštećenih zaštitnih rukavica. [11] Čišćenje zaštitnih rukavica odnosi se na pridržavanje simbola za njihovo održavanje, no ovisi i o materijalu istih. Rukavice se trebaju skladištiti u originalnom pakiranju, pri sobnoj temperaturi i podalje od električnih aparata. Nakon uporabe potrebno ih je odložiti u kućni otpad.

Piktogrami predstavljaju grafičke simbole upozorenja koji pokazuju vrstu rizika od kojih zaštitne rukavice štite, a što je prikazano u tablici 7. za zaštitne rukavice.

Tablica 7: Piktogrami za zaštitne rukavice

Piktogram	Značenje zaštite
	Mehaničke opasnosti
	Mehaničke opasnosti
	Ionizirajuće zračenje

	Zaštita od motorne pile
	Zaštita u vatrogastvu
	Upute za uporabu
	Zaštita od hladnoće
	Zaštita od topline
	Zaštita od zračenja
	Zaštita od kemikalija
	Zaštita od kemikalija
	Bakteriološka zaštita

Zaštitne rukavice za zavarivače moraju biti izrađene sukladno normi HRN EN 12477:2001. Nužnost nošenja zaštitnih rukavica očituje se u pružanju zaštite ručnog zgloba, šake i prstiju prilikom obavljanja poslova zavarivanja uključujući zaštitu od termičke opasnosti i mehaničke opasnosti (radi zaštite od ugrijanog metala, toplinskog zračenja, ultraljubičastog zračenja, rastaljenog metala pri varenju prilikom autogenog varenja i elektrolučnog varenja, pri rezanju i obradi metala itd.) te zaštitu od sprječavanja nastajanja ozljeda na radu i nastajanju profesionalnih bolesti.

Najčešće su izrađene od goveđe, jelenje ili janjeće kože, te uz mogućnost dodatno pojačanog palca za bolji osjećaj pri zavarivanju i mogućnosti rukavlja sa manšetama i bez njih, odnosno širi model koji omogućava brže skidanje u slučaju neophodnosti, dok se kod visokih temperatura upotrebljava aluminijska zaštita. Slika 30. prikazuje kožne rukavice za zavarivače.



Sl. 30. Kožne rukavice za zavarivače [22]

Osim zaštitnih rukavica za zaštitu ruku, odnosno prstiju i šaka ubrajaju se zaštitni rukavi, napršnjaci i tehničke, azbestne, polivalentne gume izrađene od raznih vrsta nezapaljivih materijala s impregnacijom/premazom, najčešće od neke vrste kože radi zaštite od površinskih ozljeda, termalnih opekline itd.

Zaštitne pregače i rukavi mogu se koristiti umjesto odijela za zavarivanje kod kontaktnog i plinskog zavarivanja. Slika 31. prikazuje zaštitne rukave, dok slika 32. prikazuje azbestne napršnjake.



Sl. 31. Zaštitni rukavi [23]



Sl. 32. Azbestni napršnjaci [24]

4.4. Oprema za zaštitu stopala i nogu

U zaštitnu opremu za zaštitu stopala i nogu prilikom obavljanja poslova zavarivanja koriste se:

1. zaštitne cipele i
2. zaštitne čizme.

Takva obuća mora biti izrađena sukladno normi HRN EN ISO 20345:2007. U njih su ugrađene čelične kapice i čelični potplat, koje štite stopala i noge od mehaničkih opasnosti (pad predmeta na prste, ubod na oštar predmet) i od termičkih opasnosti (od opekline uslijed prskanja rastaljenog metala).

Karakteristika navedene obuće očituje se u antistatičnosti, apsorpciji pete, gornjištu otpornom na vrućinu, vodootpornosti te su protuklizne, otporne na probijanje, tzv. elektroizolacijske i ergonomski oblikovane. Slika 33. prikazuje zaštitne cipele za zavarivača.



Sl. 33. Zaštitne cipele za zavarivača [25]

Prema materijalu od kojeg se obuća izrađuje ista se dijeli na:

1. prvu klasu: napravljena od kože i dr. materijala, osim obuće koja je u cijelosti napravljena od gume i polimera,
2. drugu klasu: napravljena od gume ili polimera.

Također se primjenjuju zaštitne potkoljenice i štitnici za koljena poradi zaštite od prskanja metalnih elemenata, otvorenog plamena, zračenja, termalnih opekline i sl.

Zaštitne potkoljenice tzv. zaštitne nogavice se izrađuju od negorivih materijala – goveđa koža, a koja se sastavlja iz dva jednaka komada kože šivana po sredini preklopno dvorednim šavom s pojačanjem oko prstiju i sa dva reda

remanja na stezanje za oko nogu te jednim remenom ispod stopala. Slika 34. prikazuje zaštitne nogavice.



Sl. 34. Zaštitne nogavice [26]

Štitnici za koljena se koriste kod zavarivanja u klečećem položaju. Srednji sloj štitnika ispunjen je pjenastom gumom kako bi se ublažio pritisak, dok je obloga izrađena od lycra zbog direktnog nošenja štitnika na koži, a dok se obuhvatna traka pričvršćuju s vanjske strane, što je prikazano slikom 35.



Sl. 35. Štitnici za koljena [27]

4.5. Oprema za zaštitu tijela i kože

Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela i kože štiti od raznih možebitnih opasnosti kao što je opasnost od djelovanja visokih temperatura, padova, prskanja rastaljenih čestica aluminija/željeza i dr. Kao takva izrađuju se od različitih vrsta materijala ovisno o njihovoj namjeni, ali svakako trebaju biti ispunjena tri funkcionalna principa zahtjeva:

1. pokrivanje druge odjeće,
2. glatka i potpuno zatvorena vanjska strana,

3. prijanjanja uz tijelo (kako vruće čestice ne bi došle u kontakt s kožom).

Odjeća namijenjena za rad pri izvođenju postupaka zavarivanja definirana je normom HRN EN ISO 11611-2008, detaljnije minimalne sigurnosne zahtjeve i metode ispitivanja za zaštitnu odjeću zavarivača definira HRN EN 341:2001, HRN EN 348:2001 (kod udara malih prskotina rastaljenog metala), HRN EN 367:2001 (od topline i vatre).

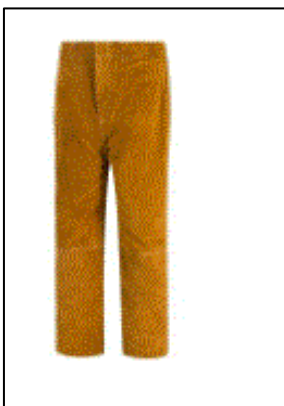
U opremu za zaštitu tijela i trbušnih organa zavarivača ubrajaju se jednodijelna ili dvodijelna odijela, štitnici za rame, kožna pregača, antistatička i kontaminacijska odijela, impregnirana odijela te antiacidna odijela i premazi (najčešće izrađeni od goveđe kože, jelenje kože, platna - pamuk, azbesta itd.) za zaštitu od ultraljubičastog zračenja, toplinskog isijavanja, prskanja metalnih elemenata, pri zavarivanju u skućenim prostorima, električnim lukom, kratkotrajnog kontakta sa plamenom, slučajnog dodira na zagrijani metal itd.

Karakteristike odjeće zavarivača:

1. jednodijelna/kombinezon ili dvodijelna, u tom slučaju preklop hlače i jakne najmanje 20 cm,
2. otvor za vrat mora se moći zatvoriti,
3. vanjski džepovi izrađeni od V10 materijala, a poklopci najmanje 2 cm širi od džepova,
4. na vanjskoj strani odjeće otvor za oblačenje mora imati zaštitni preklop,
5. najveća udaljenost između dugmeta 15 cm,
6. na nogavicama ne smiju biti istaknute vanjske manžete,
7. premaz, odnosno impregnacija u svrhu nezapaljivosti materijala. Slika 36. prikazuje jednodijelno odijelo/kombinezon za zavarivača, a slika 37. prikazuje dvodijelno odijelo za zavarivača, dok slika 38. prikazuje kožnu pregaču.



Sl. 36. Jednodijelno odijelo/kombinezon za zavarivača [28]



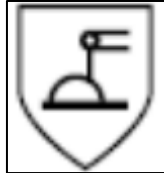
Sl. 37. Dvodijelno odijelo za zavarivača [28]



Sl. 38. Kožna pregača [28]

Odjeća za zaštitu zavarivača prilikom obavljanja poslova zavarivanja pruža zaštitu od radijacijske/konvencijske topline, prskanja rastaljenog aluminija/željeza, električnog udara ili topline dodira i dr.

Takva odjeća označava se brojem norme i piktogramom s oznakom „klasa 1“ ili „klasa 2“, a što je prikazano slikom 39.



Sl. 39. Piktogram za zaštitnu odjeću kod zavarivanja [29]

KLASA 1- namijenjena pri zaštiti obavljanja poslova manje složenih tehnika i situacija zavarivanja (npr. točkasto zavarivanje, TIG zavarivanje, MIG zavarivanje),

KLASA 2- namijenjena pri zaštiti obavljanja poslova složenijih tehnika i situacija zavarivanja (REL zavarivanje, MAG zavarivanje).

5. UPORABA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME PRILIKOM ZAVARIVANJA U ZATVORENOM/OTVORENOM PROSTORU I NA VISINI

5.1. Zavarivanje u zatvorenom prostoru

Najefektivniji način odvođenja plinova, para i dimova iz prostora u kojem se obavlja zavarivanje je ventiliranjem. Ventiliranje je jedna od najvažnijih općih mjera zaštite zavarivača pri izvođenju zavarivanja u zatvorenim prostorima. Prema namjeni dijeli se na lokalnu ventilaciju koja sadrži samo izvor onečišćenja, odnosno mjesto gdje se vrši zavarivanje i opću ventilaciju koja ukupan volumen zraka prostorije zamjenjuje sa svježim zrakom. Opća ventilacije se u pravilu koristi kada na jednom radnom mjestu ili u prostoriji radi više zavarivača neposredno jedan od drugog.

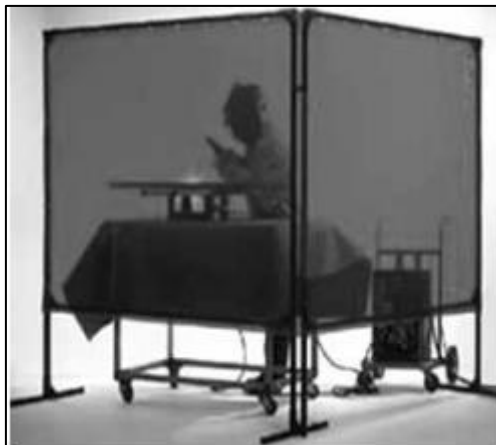
U prostorijama kada je koncentracija plina iznad dozvoljene primijeniti će se uz ventilaciju i plinska maska s odgovarajućim filterom, odnosno cijevna maska koja dovodi kisik do dišnih organa zavarivača.

Pri potpunoj ventilaciji minimalno obnavljanje zraka u zatvorenim prostorijama treba iznositi oko 2 000 m³/h na 1 kg/h potrošenih srednje-obložene elektrode. [1]

Kod zavarivanja punjenom žicom bez dodatne potrebe za zaštitnim plinom upotrebljavaju se pištolji na koje je pričvršćen usis za plinove.

U velikim pogonima ventilacija štetnih plinova i prašine izvodi se uz pomoć posebnog središnjeg sustava koji ima izvod za svako radno mjesto.

Osim navedenog, u zatvorenim prostorijama mogu se koristiti odgovarajuće pregrade, zavjese i slično poradi zaštite ostalog radnog osoblja koji se nalaze u neposrednoj blizini zavarivača, odnosno mjesta zavarivanja. [1] U današnje vrijeme, u korak s tehnologijom uvodi se postepeno robotizacija/automatizacija pri zavarivanju, koja pridonose stvaranju boljih radnih uvjeta za zavarivače. Slika 40. prikazuje zavarivačku zavjesu.



Sl. 40. Zavarivačka zavjesa [30]

5.2. Zavarivanje na otvorenom prostoru

Svi električni uređaji koji se koriste za zavarivanje, kao i oprema koja se koristi pri zavarivanju te alat kojim bi se trebali izvoditi radovi na otvorenom prostoru moraju biti opremljeni sigurnom zaštitom od oborina i prskanja. U nedostatku zaštite zaustavlja se rad.

Odluku o prekidu ili nastavku rada donosi Voditelj odgovoran za provedbu rada.

Takvi zavarivački radovi obavljaju se na unaprijed pripremljenom mjestu opremljeni svom potrebnom opremom i sredstvima za gašenje požara.

Na otvorenom prostoru neophodne su barijere kada nekoliko zavarivača istovremeno radi u neposrednoj blizini jedan do drugoga. Tada je potrebno postaviti posebnu zaštitnu tendu ili zaslon od nezapaljivih materijala, čija visina mora biti najmanje 1,3 metara te se može postaviti i natkrivena cerada/paviljon/šator za zavarivače izrađen od negorivog i nepropusnog materijala s ciljem zaštite od vjetra ili vremenskih nepogoda. Učinkovitost i djelotvornost navedenog ogleda se kod puhanja vjetra, jer dolazi do otpuhivanja zaštitnog plina kod rada i stvaranju „pora“ u zavaru. Slika 41. prikazuje šator koji zavarivača prilikom zavarivanja štiti od vremenskih neprilika.



Sl. 41. Šator koji štiti od vremenskih neprilika [31]

5.3. Zavarivanje na visini

Posebna pažnja potrebna je kod „rada na visini“ koja označava da je položaj zavarivača i opreme na udaljenosti od najmanje 1,5 metara od razine tla. Prema važećim standardima (GOST) koji se odnose na zavarivanje, radovi na velikim visinama (ugradnja metalnih konstrukcija, radovi na krovovima i dr.) izvode se samo ako postoje opremljene skele, ljestve ili viseće kolijevke.

Nevezane visoke konstrukcije moraju imati pouzdane zaštitne ograde i podove od nezapaljivih materijala.

Prilikom zavarivanja na različitim visinama moraju se koristiti ograđeni stropovi (štitovi/palube) za zaštitu radnika na nižoj razini poradi zaštite od prskanja metala.

Prilikom izvođenja radova zavarivanja na visini, zavarivač mora proći sigurnosne upute, dobiti radnu dozvolu te mora biti osiguran adekvatnom opremom, što uključuje i sav ostali alat za koji moraju biti postavljeni zahtjevi s najvećim mogućim stupnjem zaštite i minimalnog ograničavanja mogućnosti kretanja. [11] Izrazito teški uvjeti rada na visokim konstrukcijama zahtijevaju uporabu opreme za zaštitu od pada u koju se ubrajaju:

1. zaštitni pojasevi (obavezni dio opreme),
2. uređaji za usporeno padanje i
3. uređaji za sprječavanje pada, a što su prikazani slikama 42., 43. i 44.



Sl. 42. Zaštitni pojasevi [32]



Sl. 43. Sigurnosno uže sa apsorberom i karabinerima [32]

Sigurnosni pojasevi definirani su normom HRN EN 358:2001 koja se odnosi na sigurnosno vezanje pri radu i sprječavanje pada s visina, potom norma HRN EN 361:2001 koja se odnosi na pojaseve za cijelo tijelo poradi zaštite pada s visine i norma HRN EN 813:2010 za sprječavanje pada s visine pojaseva za sjedenje. Pojasevi se izrađuju u različitim nijansama boja u svrhu lakšeg vizualnog uočavanja nepravilnosti te su ujedno izrađena od materijala čija su vlakna otporna na karakteristične uvjete rada i opterećenja uz naglasak kako konac koji se koristi za šivanje mora biti kompatibilan sa materijalom. Navedeni zaštitni pojasevi trebaju odgovarati mjerama nositelja s mogućnošću prilagođavanja konstituciji tijela.



Sl. 44. Uređaj za sprječavanje pada – bloker za uže [32]

6. UPORABA OSOBNE ZAŠTITNE OPREME PRILIKOM PODVODNOG ZAVARIVANJA

6.1. Oprema kod mokrog podvodnog zavarivanja

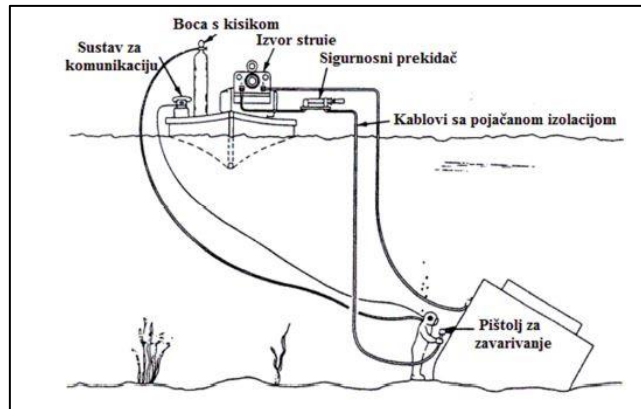
Organizacija rada ima sveobuhvatnu važnost u obavljanju poslova podvodnog zavarivanja i krajnjem uspješnom izvršenju danog poslovnog zadatka. Prije početka obavljanja takve vrste poslova sastavlja se plan i protokol, u kojem je propisana procedura na temelju koje se obavlja zavarivanje.

Vrlo važnu ulogu u tome imaju stručni i osposobljeni ljudi raspoređeni na poslovima sustava za komunikaciju. Sustav za komunikaciju predstavlja stručne i osposobljene ljude na površini koji brinu za regulaciju i opskrbu zrakom, regulaciju parametara zavarivanja na zahtjev zavarivača ronilaca, kao i ostale sigurnosne elemente (prekidanje strujnog kruga) te dostavi elektroda i potrebnog alata.

U slučaju kvara sustava za komunikaciju (prekid veze) ronilac zavarivač izranja kako bi izbjegao možebitne nepredviđene situacije sa nastankom teških posljedica. Shodno tome oprema podvodnog zavarivanja mora zadovoljiti sigurnosne norme i pravila.

U opremu podvodnog zavarivanja ubrajaju se:

1. kabel sa pojačanom izolacijom,
2. boca s kisikom,
3. pištolj za zavarivanje,
4. elektrode,
5. izvor struje (istosmjerni sa sniženim naponom praznog hoda),
6. sustav za komunikaciju,
7. sigurnosni prekidač [33], a što je prikazano slikom 45.



Sl. 45. Oprema za mokro podvodno zavarivanje [34]

6.1.1. Oprema ronioca zavarivača

Roniocu zavarivaču se moraju omogućiti zadovoljavajući radni uvjeti zbog brige o zdravlju samog ronioca zavarivača, provedenog vremena pod vodom, ali i ekonomičnosti poslovnog zadatka. Takva se oprema treba redovito održavati kako bi se uvijek trajanja produljio i kako bi se osigurala ispravnost istog. Sukladno normi HRN EN 250:2002 utvrđeni su zahtjevi, ispitivanja i označavanje opreme ronioca zavarivača.

U osnovnu opremu ronioca zavarivača ubrajaju se:

1. zavarivačka maska,
2. rukavice,
3. ronilačko odijelo,
4. crijevo za vanjsku dobavu zraka,
5. boca zraka na površini s regulacijskim manometrom,
6. uređaj za komunikaciju,
7. ampermetar i
8. ostala oprema (žičana četka, zavarivački čekić), [33] a što je prikazano slikom 55.



Sl. 46. Zavarivač u ronilačkom odijelu s opremom [35]

S obzirom na složenost poslovnog zadatka moguća je uporaba i dodatne opreme. U dodatnu opremu ubraja se:

1. sistem za stabilizaciju zavarivača (magneti, košara) i
2. posebna naprava za pridržavanje i centriranje radnih komada.[33]

7. UPORABA INTELIGENTNE ODJEĆE PRILIKOM ZAVARIVANJA

Inteligentna odjeća je moderna i sasvim nova vrsta odjevnih predmeta za zaštitu za koju su potrebna osposobljavanja i poznavanje tehnoloških znanja, a i tehnički je vrlo složen i zahtijevan posao.

Takvu odjeću odlikuje ugradnja, međusobna povezanost i skladan rad elektroničkih uređaja, elemenata, komponenata i sklopova. Minijaturizacijom mikroracunala došlo je do njihove primjene ugradnjom sensorike u odjeću te je kao takva nastala inteligentna odjeća.

Svrha takve odjeće odlikuje se prije svega u očuvanju i zaštiti zdravlja ljudi, očuvanju okoliša te kao takva smatra se najsloženijom vrstom i predstavlja najviši stadij razvoja odjeće. Odjeća samostalno izmjenjuje i postavlja postavke kako bi radniku stvorila potrebne uvjete korištenja. Nadalje, takva odjeća ekološki je prihvatljivija te mijenja način rada na bolje i sl.

Mogućnost nošenja inteligentne odjeće prilikom zavarivanja je još u povojima i samim začecima, no ogleda se u mogućnosti nošenja naprave - jakne u obliku termoizolacijskog umetka koji ovisno o praćenju promjene temperature okoliša mijenja svoju debljinu ovisno o tlaku upuhanog zraka pa automatski prilagođava potrebna toplinska svojstva koja osiguravaju optimalnu toplinsku ugodu nošenja odjeće.

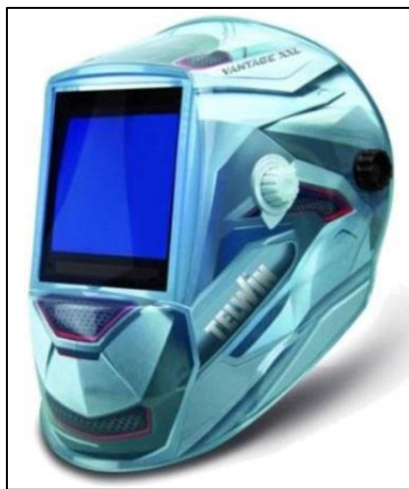
Ujedno se ogleda u automatskim maskama koje podržavaju senzore za automatsko zatamnivanje stakala prilikom zavarivanja, odnosno omogućuje zavarivačima prilagodbu različitim radnim okruženjima kontroliranjem nijanse leće. Opremljena je postavkama osjetljivosti i kašnjenja za prilagodljivost različitim okruženjima i trajanju zadatka. Također se na tržištu pojavljuje maska za zavarivanje s automatskim zatamnivanjem, ali na solarni pogon.

Ujedno zaštitne pametne slušalice štite radnika od buke i gubitka sluha, dok u isto vrijeme omogućava raspoznavanje ljudskog glasa i olakšanu komunikaciju bez njihovog uklanjanja. Lagane su i pogodne za cjelodnevno korištenje na bučnim mjestima. Slika 47. prikazuje jaknu s termoizolacijskim

umetkom, dok slika 48. prikazuje automatsku masku za zavarivanje te slika 49. prikazuje zaštitne pametne slušalice.



Sl. 47. Jakna s termoizolacijskim umetkom [36]



Sl. 48. Automatska maska za zavarivanje [37]



Sl. 49. Zašitne pametne slušalice [38]

8. ZAKLJUČAK

S obzirom da je zanimanje zavarivača deficitarno i dobro plaćeno s jedne strane, dok su s druge strane potrebna znanja iz područja termodinamike, elektrotehnike, metalurgije, bravarije, a ujedno i sposobnosti, vještine i preciznost pri radu nedvojbeno je to zanimanje u kojem „medalja ima dvije strane.“ Lažni sjaj dobre zarade sa sobom nosi težinu koja za posljedicu dugoročnog obavljanja takvog posla i izlaganju negativnim složenim fizikalno-kemijskim utjecajima ima za posljedicu trajnu nesposobnost za rad ili značajno/trajno oštećenje organa i pojave profesionalnih bolesti.

Dodajući kako su i pri svakodnevnom obavljanju poslova zavarivači izloženi mogućnosti nastanka nesreća u kojima zadobivaju teške ozljede, a nerijetko nastupa i smrt. Nadasve, uporaba neadekvatne osobne zaštitne opreme jedna je od najčešćih uzroka kojima nastaju ozljede radnika i profesionalne bolesti.

Time je potrebno da poslodavci osiguraju svu potrebnu preventivnu i osobnu zaštitnu opremu te omoguće stručnu edukaciju i obuku posebno novozaposlenim radnicima ili radnicima bez radnog iskustva ili onih koji su skloni podcijeniti opasnost, osigurati sistematske preglede barem jednom godišnje, omogućiti osposobljavanje zavarivačkih kadrova – specijalisti zavarivači ili inženjeri, dok radnici moraju shvatiti važnost uporabe zaštitne opreme, koja je za njihovu dobrobit. Oprema za zaštitu se mora periodično podvrgnuti ispitivanju i pregledu kako bi bila potpuno ispravna i funkcionalna.

Takvim načinom, ali i pronalaskom najučestalijeg načina ozljeđivanja te efikasnošću kvalitete zaštite na radu može se spriječiti i smanjiti broj nastanka ozljeda. Nadalje važna je prevencija u suzbijanju i smanjenju ozljeda, točnije nužna je prisutnost stručnjaka sigurnosti i zaštite na radu kod obavljanja poslova zavarivanja, a sve kako bi radnici poštivali propise zaštite na radu i izbjegla se mogućnost nastanka nesreća i ozljeda. Također vrlo bitna i važna pretpostavka leži u učestalom i nenajavljenom nadzoru inspektora zaštite na radu te destimulacijom plaće zavarivača kako bi se pridržavali tih propisa.

Važno je biti svjestan činjenice kako sigurnost nije posao, već način života.

9. LITERATURA

- [1] Čehajić N.: „Zavarivački proces, rizici i suvremena zaštita zavarivača“, Sigurnost, 56 (2014.), 4, str. 331-340
- [2] <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin:829/preview>, pristupljeno 16.11.23
- [3] Juraga I., Ljubić K., Živčić M.: „Pogreške u zavarenim spojevima“, Hrvatsko društvo za tehniku zavarivanja, Zagreb, 2015., ISBN 978-953-7518-06-6
- [4] <https://proinstal.hr/poroznost-pri-zavarivanju-vrste-sto-je-uzrokuje-i-kako-to-popraviti/>, pristupljeno 16.11.2023.
- [5] Brezetić J.: „Tehnologija II – Zavarivanje“, Veleučilište u Karlovcu, Podloga za učenje
- [6] Vučinić J.: „Zakonska regulativa zaštite na radu“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2005., ISBN 953-97966-4-4
- [7] [4] Polajnar I., Mišina N., Horvat J.: „Suvremeni pristup osobnoj zaštiti zavarivača“, Sigurnost, 53 (2011.), 3, str. 227-234
- [8] www.hrcak.srce.hr/file/107118, pristupljeno 24.11.2023.
- [9] www.hrcak.srce.hr/file/194149, pristupljeno 24.11.2023.
- [10] Horvat J., Regent A.: „Osobna zaštitna oprema“, Sveučilišna knjižnica, Rijeka, 2009., ISBN 978-953-6911-43-1
- [11] Vučinić J., Vučinić Z.: „Osobna zaštitna sredstva i oprema“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2011., ISBN 978-953-7343-48-4
- [12] Obvezna zaštita dišnih organa – Znakovi Sigurnosti, www.znakovi-sigurnosti.hr, pristupljeno 24.11.2023.
- [13] OZS-dišnih-organa-2018, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 24.11.2023.
- [14] Osobna zaštitna oprema za zaštitu glave, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 30.11.2023.
- [15] OZO-Glava, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 30.11.2023.
- [16] Osobna zaštitna oprema za zaštitu glave, vrata, očiju i lica, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 30.11.2023.
- [17] <https://znakovi-sigurnosti.hr/katalog/znakovi-obveze/zo-5/>, pristupljeno 30.11.2023.

- [18] Pojalnar I., Mišina N: „Opasnosti i zaštita na radnom mjestu zavarivača“, 2. međunarodni stručno-znanstveni skup, Zbornik radova, Karlovac, 2008., str. 33-41
- [19] <https://www.enormis.hr/proizvod/jednokratni-cepici-za-usi-1100-3m/>, pristupljeno 30.11.2023.
- [20] <https://www.gminzenjering.co.rs/product/3m-earplugs-1271/>, pristupljeno 30.11.2023.
- [21] OZO-ruke, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 10.12.2023.
- [22] <https://www.prosco.hr/weldas-rukavice-za-zavarivanje-2101>, pristupljeno 10.12.2023.
- [23] <https://probe.hr/proizvod/oprema-za-zavarivanje/zastita-tijela/rukavi/rukavi-zastitni-rhinoweld-gl137/>, pristupljeno 10.12.2023.
- [24] <https://www.vector-welding.com/TIG-Finger-protection-Heat-protection-made-of-kevlar-yarn>, pristupljeno 10.12.2023.
- [25] <https://www.prosco.hr/products/steitz-esd-vx-7380-perb-xb-s2-visoke-zavarivacke-cipele?variant=41929483944108>, pristupljeno 10.12.2023.
- [26] <https://.mail.cromatec.hr/zastitna-oprema-radionicka-oprema/osobna-zastitna-oprema/zavarivacke-hlace/rhinoweld-zastitne-navlake-za-noge>, pristupljeno 10.12.2023.
- [27] <https://www.enormis.hr/proizvod/portwest-kp30-stitnici-za-koljena-super-gel/>, pristupljeno 10.12.2023.
- [28] <https://www.eurotehnika.hr/proizvod/osobna-zastitna-odjeca-weldas/>, pristupljeno 12.01.2024.
- [29] Zaštitna odjeća, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 12.01.2024.
- [30] <https://hrcak.srce.hr/file/194149>, pristupljeno 12.01.2024.
- [31] <https://heatylab.com/hr/tehnika-bezopasnost-pri-svarochnyh-rabotah-obshchii-vysotnye/>, pristupljeno 12.01.2024.
- [32] Sredstva pad s visine, www.hzzzsr.hr, pristupljeno 12.01.2024.
- [33] Kralj S., Garašić I., Kožuh Z.: „*Podvodno mokro zavarivanje i podvodno ispitivanje u održavanju pomorskih objekata*“, Zbornik XVI Simpozija teorija i praksa brodogradnje/Žiha, Kalman (ur.), FSB Zagreb, 2004., str. 6-8
- [34] https://hr.wikipedia.org/wiki/Podvodno_zavarivanje#Oprema_za_mokro_podvodno_zavarivanje, pristupljeno 12.01.2024.

- [35] www.libar.net/tecaji/ronilac-za-gra-evinske-podvodne-radove/4.html, pristupljeno 18.01.2024.
- [36] www.tportal.hr/tehnolo/clanak/umij-se-jedi-uzmi-lijek-pametna-odjeca-pomaze-dementnima-da-se-lakse-snadu-i-zadrze-dostojanstvo-u-ranim-fazama-bolesti-foto-20191124, pristupljeno 18.01.2024.
- [37] <https://www.ealati.hr/proizvod/telwin-automatska-maskaza-zavarivanje-s-vanjskom-regulacijom-vantage-802937/>, pristupljeno 18.01.2024.
- [38] <https://zavarivanje.info/kategorija-proizvoda/zastita-sluha/pametne-slusalice/>, pristupljeno 18.01.2024.

10. POPIS PRILOGA

10.1. POPIS SIMBOLA

OZO - osobna zaštitna oprema

OZS - osobna zaštitna sredstva

REL - ručno elektrolučno zavarivanje

MIG - zavarivanje taljivom žicom u zaštiti od inertnog plina

MAG - zavarivanje taljivom žicom u zaštiti aktivnog plina

TIG - elektrolučno zavarivanje netaljivom elektrodom u zaštiti inertnog plina

10.2. POPIS SLIKA

Sl. 1. Podjela postupka zavarivanja taljenjem	5
Sl. 2. Podjela postupka zavarivanja pritiskom	5
Sl. 3. „Pore“ u zavaru	8
Sl. 4. Čimbenici koji utječu na opasnosti i osobnu zaštitu.....	11
Sl. 5. Zavarivač s osobnom zaštitnom opremom.....	13
Sl. 6. Znak obveze nošenja OZO za zaštitu dišnih organa	17
Sl. 7. Zavarivačka maska s filtrom	17
Sl. 8. Dijelovi polumaske s filtrom	18
Sl. 9. Respirator	19
Sl. 10. Zaštitna naprava pri samospašavanju	20
Sl. 11. Cijevni uređaj s dovodom čistog zraka pomoću puhalo	20
Sl. 12. Aparat s otvorenim sustavom cirkulacije	21
Sl. 13. Aparat s zatvorenim sustavom cirkulacije	22
Sl. 14. Znak obveze nošenja opreme za zaštitu glave	23
Sl. 15. Primjer označavanja zaštitne kacige	24
Sl. 16. Zaštitna kaciga bez štitnika/vizira	24
Sl. 17. Zaštitna kaciga sa štitnikom/vizirom za oči	24
Sl. 18. Presjek zaštitne kacige	25

Sl. 19. Zaštitna kapuljača za zavarivanje od goveđe kože	26
Sl. 20. Znak obvezne zaštite očiju	27
Sl. 21. Znak obvezne uporabe štitnika za zavarivanje	29
Sl. 22. Zavarivački štitnik/zavarivačka maska	30
Sl. 23. Prozirna i tamna stakla za zavarivačku masku	30
Sl. 24. Znak obvezne zaštite sluha	32
Sl. 25. Zaštitna vata	33
Sl. 26. Čepovi za uši	34
Sl. 27. Znak obvezne zaštite ruku	34
Sl. 28. Kategorije zaštitnih rukavica	35
Sl. 29. Označavanje zaštitnih rukavica	35
Sl. 30. Kožne rukavice za zavarivanje	38
Sl. 31. Zaštitni rukavi	38
Sl. 32. Azbesni naprsnjaci	38
Sl. 33. Zaštitne cipele za zavarivača	39
Sl. 34. Zaštitne nogavice	40
Sl. 35. Štitnici za koljena	40
Sl. 36. Jednodijelno odijelo za zavarivanje/kombinezon	42
Sl. 37. Dvodijelno odijelo za zavarivanje	42
Sl. 38. Kožna pregača	42
Sl. 39. Piktogram za zaštitnu odjeću kod zavarivanja	43
Sl. 40. Zavarivačka zavjesa	45
Sl. 41. Šator koji štiti od vremenskih neprilika	46
Sl. 42. Zaštitni pojasevi	47
Sl. 43. Sigurnosno uže s apsorberom i karabinerima	47
Sl. 44. Uređaj za sprječavanje pada – bloker za uže	48
Sl. 45. Oprema za mokro podvodno zavarivanje	50
Sl. 46. Zavarivač u ronilačkom odijelu s opremom	51
Sl. 47. Jakna s termoizolacijskim umetkom	53
Sl. 48. Automatska maska za zavarivanje	53
Sl. 49. Zaštitne pametne slušalice	54

10.3. POPIS TABLICA

Tab. 1. Osobna zaštitna oprema pri zavarivanju	15
Tab. 2. Vrste OZO za zaštitu glave, očiju i lica te kontrola ispravnosti i održavanja	22
Tab. 3. Materijali od kojih se izrađuju zaštitne kacige	25
Tab. 4. Odabir OZO za zaštitu očiju pri radu.....	27
Tab. 5. Vrste opasnosti za oči i lice.....	28
Tab. 6. Pravilan odabir OZO za zaštitu očiju i lica prema opasnostima na poslu.....	31
Tab. 7. Piktogrami za zaštitne rukavice.....	36