

## RIZICI NA RADNOM MJESTU ZAVARIVAČA

### RISKS ON WELDER'S WORKPLACE

Ana Šijaković<sup>1</sup>, Ivan Polajnar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu;  
R. Cimermana 64a; 10020 Zagreb; HR

<sup>2</sup>Institut za varstvo;  
Ptujska 19; 1000 Ljubljana; SI

**Key words:** Welding processes; light radiation; smoke; noise; electric shock; injuries.

**Ključne riječi:** Postupci zavarivanja; svjetlostno zračenje; prašina; buka; strujni udar; ozljede.

#### Sažetak:

Osnovna svrha zaštite na radu je sprječavanje ozljeda na radu i profesionalnih bolesti, bolesti vezanih uz rad te zaštita radnog okoliša ali i očuvanje radne sposobnosti svakog pojedinog radnika tijekom njegova radnog vijeka. Zaštita na radu može se provoditi samo onda kada su poslodavcu kao i radniku poznati rizici i načini sprječavanja njihova nastanka, te kada radnik zna, može i želi raditi na siguran način.

Glavni cilj predloženog je ukazati na najčešće opasnosti, štetnosti i napore koje se pojavljuju kod postupaka elektrolučnog zavarivanja. Kod toga je posebna pažnja posvećena rizicima i mogućim pristupima za njihovo otklanjanje ili dovođenje na prihvatljivu razinu u smislu cjelokupnog sustava zaštite na radu mjestu zavarivača.

#### Abstract:

The basic purpose of safety at work is to prevent injuries and occupational diseases, to prevent work-related diseases and to maintain safe and healthy working environment, but also, to preserve the working ability of each worker during his entire working life. Workplace safety can be implemented only when both, employer and worker , are well acquaint with risks and ways to prevent their occurrence, and when the worker knows how, is able and willing to work in a safe manner.

The main goal of this paper is to point out the most common dangers, hazards and efforts that appear at different welding processes. In addition, special attention is given on risks and possible approaches for their elimination or reduction to an acceptable level in terms of the overall system of protection in the workplace welders.

## 1. UVOD

S obzirom, da zaštita na radu nije usko polje djelatnosti i za mnoge nije dovoljno poznata, često se ističe usvojenu definiciju: „Zaštita na radu je skup tehničkih, zdravstvenih, pravnih, psiholoških, pedagoških i drugih djelatnosti s pomoću kojih se otkrivaju i otklanjamaju opasnosti što ugrožavaju život i zdravlje osoba na radu i utvrđuju mjere, postupke i pravila, da bi se otklonile ili smanjile te opasnosti“. [1] Na temelju takvog stava, proizlazi, da je svrha zaštite na radu stvarati sigurne uvjete kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri spriječile ozljede, profesionalne bolesti i nezgode na radu. Već na razini temeljnih pojmoveva je važno razlikovati izmrđu pojmove „zaštita na radu“ i „sigurnost na radu“. Sigurnost na radu je pri tome nadređeni pojam jer predstavlja određeno promjenjivo stanje, koje ovisi o provedbi mjera zaštite na radu. [2]

Sama provedba zaštite na radu obuhvaća područje stručne djelatnosti, vezanu za sigurnost na radu, kao i sigurnost općenito. U širem smislu, ove vrste djelatnosti moguće je definirati i kao znanstveno područje. Prema Kacianu [3] „sigurnost na radu predstavlja interdisciplinarno i multidisciplinarno znanstveno područje. Interdisciplinarno, jer izlazi iz domene postojećeg ustroja temeljnih znanosti i izvedenih znanstvenih disciplina; a i multidisciplinarno, jer čini novo polje u kojem postoje mnoge znanstvene discipline koje se tu dodiruju ili preklapaju i čine međudisciplinarno i višedisciplinarno područje zaštite života i zdravlja na radu te zaštite materijalnih dobara.“ To polje omeđuju: tehnika i tehnologija, organizacija i medicina rada, ergonomija, antropologija, pravo zaštite na radu, pedagogija i andragogija, psihologija, ekologija, sociologija, ekonomija i dr. Taboršak vidi sigurnost na radu kao područje „znanosti o radu“; odnosno ergologije, u koju spadaju: „organizacija rada, ergonomija, psihofiziologija rada, medicina rada, kultura rada, fiziologija rada, radno pravo, sociologija rada kibernetika i sigurnost rada“ [4].

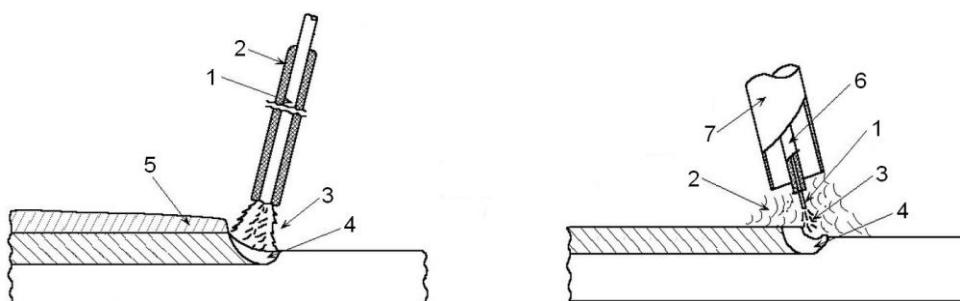
Pošto se u ovom radu obrađuju rizici na radnom mjestu zavarivača, valja djelomično osmotriti osnovne pojmove i o samoj tehnologiji varenja. Postoji preko tridesetak temeljnih postupaka zavarivanja, koji se mogu izvoditi u veoma različitim radnim sredinama: potpuno samostalno, kad zavarivač nije ometan od strane drugih radnika, niti on ometa susjedne radnike; u proizvodnim halama, na građevinskim skelama ili velikim celičnim konstrukcijama, kod različitih industrijsko-montažerskih radova, u laboratorijima ili na automatiziranim proizvodnim linijama. Iz navedenog proizlazi, da je u okviru jednog referata nemoguće zahvatiti i obraditi sve opasnosti, koje se pojavljuju, ili bi se mogle pojavljivati kod svih navedenih zavarivačkih situacija. U ovom radu opisane su najznačajnije opasnosti sa kojim se susreće praktično svaki zavarivač. A prikaz konkretnih opasnosti je u najvećoj mjeri vezan na najčešće postupake, koje se najčešće susreću u metalo-prerađivačkim industrijskim sredinama: ručnog elektrolučnog zavarivanja sa obloženom elektrodom REL i elektrolučno zavarivanje u zaštiti plinske atmosfere MIG/MAG (*Metal Inert/Active Gas*).

## **2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE ELEKTROLUČNOG ZAVARIVANJA**

Elektrolučno zavarivanje može se izvoditi sa taljivom elektrodom, a ta istovremeno služi kao dodatni materijal, ili sa netopljivom elektrodom iz volframa (TIG postupak), kad se može zavarivati bez dodatnog materijala (u slučaju, da je dodajni material ipak potreban, dovodi se ga odvojeno), [5].

Kod REL postupka, slika 1-ljevo, elektroda je u obliku obložene metalne šipke, poz. 1, preko koje se formira električni luk, a ta istovremeno služi kao dodajni materijal. Obloga, poz. 2, se u području električnog luka raztaljuje i formira efikasnu zaštitu električnog luka i taline, poz. 3. Na taj način su raztaljeni osnovni i dodajni materijal, poz. 4, dobro zaštićeni od atmosferskih utjecaja. Ukraćena žlindra, poz. 5, doprinosi formiranju temena zvara i uspori brzinu hlađenja. Zbog oslobođanja velikih količina dimnih plinova i mogućnosti postizanja visoke čvrstoće zavarenih spojeva, je taj postupak zavarivanja naročito pogodan za upotrebu kod montažnih radova i na terenu.

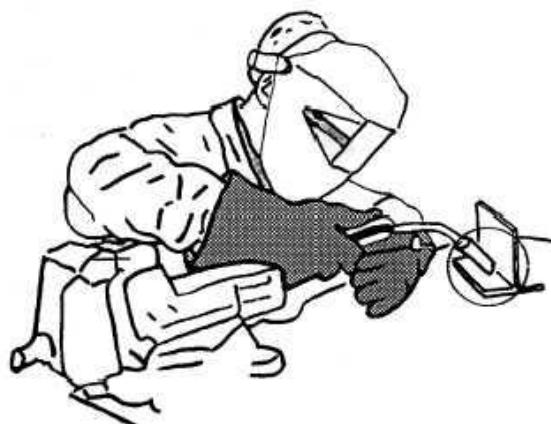
Kod MIG/MAG postupka, slika 1-desno, dodajni materijal je u obliku žice, poz.1, koju se dovodi preko kontaktne dizne, poz.6, u područje električnog luka, poz. 3. Zaštitni plin, poz. 2, dovodi se preko gorionika, poz. 7. Volumen i oblik formiranog raztaljenog osnovnog i dodajnog materijala, poz. 4, u najvećoj mjeri zavise od napona i jačine struje, a u znatnom djelu i od vrste zaštitnog plina. Vrsta i



Slika 1. Shema REL (lijevo) i MIG/MAG zavarivanja (desno)

protok upotrebljenog zaštitnog plina zavise od vrste osnovnog i dodajnog materijala i od izabranih parametara zavarivanja. Zbog jednostavnog rukovanja, velike produktivnosti i pogodnosti za automatizaciju i robotizaciju zavarivačkih poslova se MIG/MAG postupak upotrebljavaju praktički u svim granama metalno prerađivačke industrije i to za zavarivanje prilično tanjih pa sve do najdebljih materijala.

Sve vrste postupaka elektrolučnog zavarivanja se može naći u individualnoj, maloserijskoj i masovnoj proizvodnji, a neobhodnu osobnu zaštitu varioca u svim okolnostima sačinjavaju: zaštitna maska sa kapom, kožne rukavice i radno odjelo sa odgovarajućim cipelama, slika 2.



Slika 2. Zavarivač opremljen sa neophodnim osobnim zaštitnim sredstvima

### 3. NAJČEŠĆE OPASNOSTI

Iako se danas postupci zavarivanja često izvode automatizirano i robotizirano, još uvijek se veliki dio zavarivačkih radova izvodi ručno. To pogotovo važi za pojedinačnu i maloserijsku proizvodnju. Baš zbog toga smo odlučili ukazati na najčešće opasnosti koje se pojavljuju kod elektrolučnog zavarivanja po MIG/MAG postupku. U ovom izlaganju su obrađene samo one opasnosti, koje proizlaze iz vlastitog vodenja procesa, [6].

#### Opasnosti od električne struje

Poznato je, da kod dodirivanja predmeta koji su pod električnim naponom, postoje opasnosti električnog udara. Opasnosti dodira mogu se pojaviti na postrojenjima visokog ili niskog napona.

Za razliku od općeg mišljenja, da je rad na postrojenjima pod visokim naponom opasniji, statistika pokazuje da su ozljede ljudi čak češće i veće na uređajima niskog napona. Tu prividnu nelogičnost može se jednostavno objasniti, kad se uzme u obzir činjenica, da sa uređajima visokog

naponu po pravilu rukuju visoko stručno ospozobljeni ljudi, a sa uredajima niskog napona ljudi, koji uglavnom vrlo malo znaju o opasnim učincima električne energije.

Kod postupaka elektrolučnog zavarivanja zavarivač je izložen opasnostima visokog napona (na primarnom dijelu izvora struje - pri uključivanju i isključivanju uredaja) i opasnostima niskog napona tokom cijelog vremena svoga rada.

Pošto je ljudsko tijelo električno provodljivo, moraju biti izvori struje pa i osobna zaštitna sredstva izabrani tako, da postoji što manja mogućnost, da dođe do uspostavljanja strujnog kruga preko srca, što znači preko ruke na noge.

Kod zatvorenog strujnog kruga preko obje ruke (struja se ne provodi direktno preko srca) radeći sa izmjeničnom strujom (frekvencije 50 Hz), pojavljuju se sljedeći fiziološki učinci, [7]

1. Kod jačine struje ispod 0,5 mA i duže vrijeme provodenja ne ostavlja trajnih štetnih posljedica.
2. Kod jačine struje ispod 12 mA u dužem vremenskom periodu, ili ispod 500 mA za kraće vremensko provođenje osjeća se vibracije mišića i otežano disanje, ali u principu ne ostavlja se trajnih posljedica.
3. U tom području može doći do poremečaja srčanog ritma što može biti opasno za ljude.
4. U tom području dolazi do prekida srčanog ritma i disanja, ostaju trajne posljedice strujnog udara.

### **Opasnosti svjetlosnog zračenja**

Kod elektrolučnog zavarivanja u zaštiti plinske atmosfere dolazi do intenzivnog svjetlosnog zračenja, i to u širokom području valnih dužina, [8].

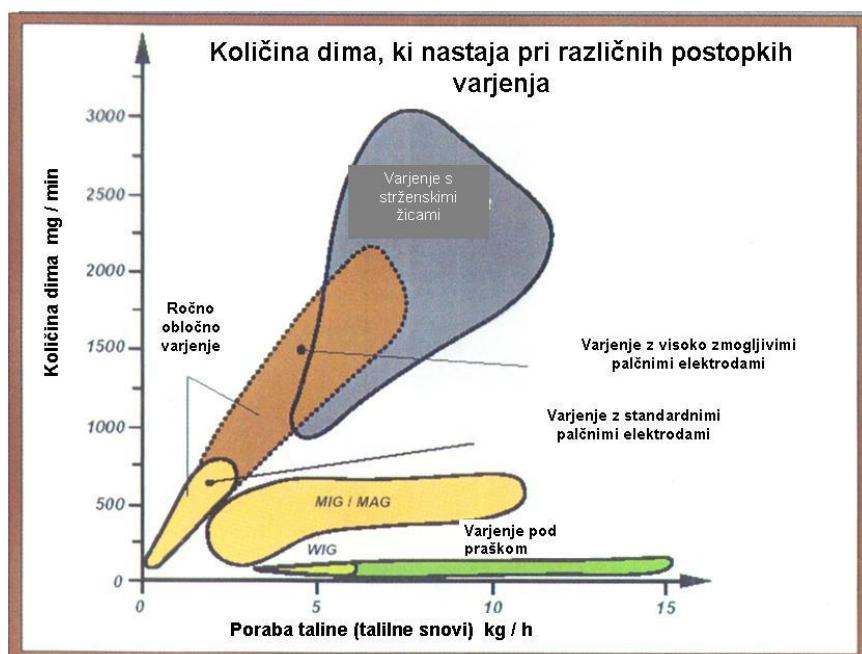
Infracrveno zračenje sa valnim dužinama iznad 1  $\mu\text{m}$  ima najveći energetski udio i djeluje kao toplina. Na nezaštićenoj koži se to odražava kao opeketina, a duže opterećenje očiju može ostaviti trajne povrede.

Vidna svijetlost, sa valnim dužinama 0,4-0,8  $\mu\text{m}$  predstavlja približno 25-30% svjetlosne energije električnog luka. Kod dužeg djelovanja na oko može oslabiti ljudski vid. Negativne utjecaje se može smanjiti sa sprječavanjem brzih i velikih razlika u osvjetljenju tijekom rada. Zbog toga se preporučuje da je radni okoliš dovoljno osvijetljen, na taj način se smanji kontrast u odnosu na svjetlost električnog luka.

Ultraljubičasta svijetlost ima valnu dužinu ispod 0,4  $\mu\text{m}$ , i za ljudsko oko je nevidljiva. Iako je kod električnog luka njen energetski udio tek 5-10%, predstavlja za zavarivača najveću opasnost, pogotovo za oči. Zbog svih navedenih opasnosti je kod elektrolučnog zavarivanja neophodno potrebno upotrebljavati zaštitne maske, koje moraju zavarivaču štititi cijelo lice, a zaštitno staklo mora imati propisan stupanj svjetlosnog zamračenja.

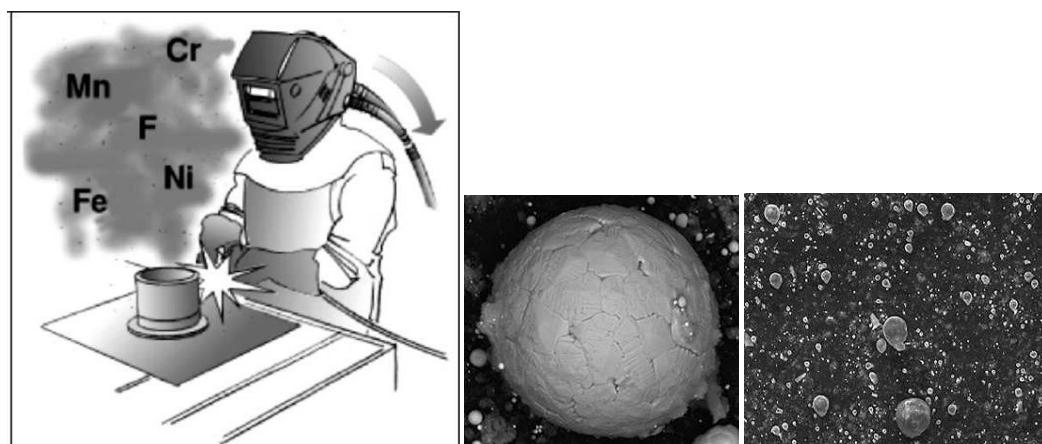
### **Opasnosti od prašine**

Prašina kod zavarivanja se svrstava u opasnosti, koje ostavljaju trajne posljedice na sve prisutne kod zavarivačkog postupka, u prvom redu na neposrednog izvodilaca rada, a to je na zavarivača. Količina formirane prašine i/ili dima zavisi u prvom redu od vrste zavarivačkog postupka, a kod istog zavarivačkog postupka i od parametrima zavarivanja, slika 3.



Slika 3: Utjecaj postupka i parametara zavarivanja na količinu oslobođenog dima

Uslijed visokih temperatura u području električnog luka dolazi uz taljenja i do isparivanja osnovnog i dodatnog materijala, slika 3. Zbog razgradnje zaštitnih plinova, njihove rekombinacije i zbog velikih temperturnih gradijenata logički je da se kod svakog zavarivanja uz veliku količinu dimnih plinova pojavljuju i različite dimenzije tvrdih dijelova, slika 4. Ti tvrdi mikrodijelovi su prašina, koja u primjetnoj mjeri završava u okolišu mjesta zavarivanja, u plućima tako zavarivača kao i susjednih radnika, [9, 10].



Slika 4: Čestice metala u dimnim plinova kod elektrolučnog zavarivanja (ljevo) imikroskopski snimci prašine: kod 180 x povećanja (u sredini) i 960 x povećanja (desno)

### Opasnosti od buke

Buka je definirana kao nepoželjan zvuk, koji ometa čovjeka kod njegovog rada, razmišljanja ili odmaranja. Znači, radi se o zvuku iz čujnog zvučnog spektra, koji šteti njegovom raspoloženju a u krajnjoj posljedici i njegovom zdravlju. Previsoka razina buke na radnom mjestu snižava produktivnost rada, a gledajući na duži period povreduje radniku sluh i pomjera granice njegove čujne sposobnosti, [11,12].

Pomicanje praga čujne sposobnosti može biti privremeno, u tom slučaju se radi o čujnoj umorenosti, a do trajnog pomicanja čujne sposobnosti dolazi, ako se kod istog čujnog opterećenja to nastavlja bez potrebnog odmaranja. U takvom slučaju dolazi do ozljede sluha, koji se i nakon dužeg čujnog odmaranja ne vrati na početno stanje. Dugotrajno čujno opterećenje sa manjim intenzitetom (npr. 80dB) pomjera prag čujnosti znatno manje nego krakotrajn veće čujno opterećenje (npr. 120dB).

## **4. MJERE ZAŠTITE**

Sve nabrojene i nenabrojene opasnosti ukazuju na potrebu, da je zavarivač za svoj posao najprije dobro obučen u izvođenju odredenog postupka zavarivanja, da je upoznat sa mogućim opasnostima i da se pridržava propisanih mjera zaštite. Mjere zaštite na radu ovise o vrsti i obimu osnovne djelatnosti, vrsti i obimu zavarivačkih radova, postojećim normativima, a u velikoj mjeri i o stupnju njihova pridržavanja. Svaku zaštitu se može izvoditi na općem i/ili osobnom nivou, [13].

### **Opća zaštitna sredstva**

Kao prvu i osnovnu opću zaštitu tretiramo napravu za zavarivanje. Ona mora zadovoljavati stroge zaštitne normative, pogotovo one u smislu maksimalnog sprječavanja električkog udara. U taj okvir može se uvrstiti posebne gorionike sa samoodsisavanjem. Upotrebu ove vrste gorionika preporučuje se pogotovo kod zavarivanja lako isparljivih materijala, kad se zavarivanje izvodi u montažnim uvjetima i teško je izvesti bolji način odsisavanja dimnih plinova.

U veoma značajnu opću zaštitnu opremu uvrštavaju se sve vrste naprava za odsisavanje dimnih plinova sa mjesta zavarivanja. Te naprave mogu biti individualne sa odvojenim odvodom dimnih plinova, koje su po pravilu efikasnije od naprava sa centralnim vodovima i sa više različitih priključaka za odsisavanje.

Za dobro organiziranu serijsku ili maloserijsku proizvodnju, gdje se pojavljuje više zavarivačkih mjesta, karakteristično je da su ta mjesta ograđena sa zaštitnim zavjesama. Te zavjese mogu biti iz kompaktnog ili prozirnog materijala.

Za proizvodnju gdje se traži minimalno ometanje od strane zavarivanja, radna mjesta zavarivača su od ostalih radnih mjesta odvojena sa posebnim kabinama, koje su cesto još dodatno zvučno izolirane.

### **Osobna zaštitna sredstva**

Medu nužna osobna zaštitna sredstva svakog zavarivača ubrajaju se: zaštitne naočale ili maska sa običnim i zaštitnim staklima. To može biti klasično, tz.Cr staklo ili na osnovi tekućih kristala, sa odgovarajućim stupnjem zamračenja, koji je vezan na postupak zavarivanja, kao i na parametre zavarivanja. Uz kapu ili žensku maramu idu i radno odijelo sa odgovarajućom obućom. A po potrebi upotrebljava se i pregače i rukavice.

Respirator je i tekako značajan element osobne zaštite, koji bi se morao upotrebljavati, pogotovo kod zavarivanja nehrdajućih čelika i kod brušenja varova.

## **5. ZAKLJUČAK**

U članku je prikazan samo manji dio opasnosti, koje se najčešće pojavljuju kod zavarivanja. Sadržaj je stoga orijentiran na elektrolučno zavarivanje, kao najučestaliji zavarivački postupak u industrijskoj praksi. Na veoma sažet način su prikazana i sredstva zaštite, koja su praktički neophodna kod svakog zavarivačkog postupka, pogotovo kad se radi o radnim mjestima zavarivača, koja su integrirana u širi proizvodni proces.

S obzirom na činjenicu da je zavarivanje tehnologija, koju sačinjava više različitih postupaka, često sa posve različitim opasnostima, logički je, da je potreban selektivan pristup kod uvođenja zaštite na radu. U članku nije bilo ni teoretski moguće obuhvatiti sve opasnosti i adekvatno upotrebljivih mjera zaštite na radu.

Osnovna i glavna namjera sadržaja tog članka je upozoriti na kompleksnost tehnologije zavarivanja i upozoriti neposredne učesnike i odgovorno osoblje na neophodnost bavljenja sa tom problematikom. To upozorenje treba naglasiti prvenstveno zbog toga, jer se (pre)često izbjegava tu problematiku, u prvom redu od strane davaoca poslova, a na žalost u mnogo navrata i od strane zavarivača samih.

## **6. LITERATURA**

- [1] Fabijanić, K., Kacian, N., Štefan, V.: Priručnik stručnjaka za zaštitu na radu, Zagreb: IPROZ, 2004.
- [2] Kacian, N.: Osnove sigurnosti, Zagreb:IPROZ, 2000.
- [3] Kacian, N.: Fenomenologija zaštite na radu u sustavu znanosti, Sigurnost 30, 1988, 3.
- [4] Taboršak, D.: Studij rada, Zagreb: Orgdata, 1994.
- [5] Boekholt, R.: The Welding Workplace, Woodhead Publishing Limited, Abington, Cambridge, 2000.
- [6] Harris, M. K.: Welding Health and Safety, AIHA Press, Fairax, 2002.
- [7] Grothe; Kraume: Instruction of Welders in Health and Safety, Deutscher Verlag fur Schweißtechnik, DVS-Verlag GmbH, Dusseldorf, 1996.
- [8] Valentič, J.: Priručnik zaštite na radu, obrazovanje i praksa. Školska knjiga Zagreb, 1990.
- [9] Mc Millan, G.: Mednarodne aktivnosti na področju zdravja in varnosti pri varjenju, Varilna tehnika, Let. 55, Št. 2, 2006, str. 58-61
- [10] Garibaldi, M.: Odsesanjanje dimnih plinov pri varjenju - zakaj in kako. Dnevi varilne tehnike 2008, zbornik predavanj, Celje, 2008, str. 10-17
- [11] Polajnar, I.; Prezelj, J.; Čudina, M.: Comparison of noise level generated by automated GMWand RSW, IIW/IIS, Doc. VIII-2016-06, 2006
- [12] Manz, F.: Welding Arc Sound, Welding Journal, Vol. 60, No. 5, pp. 23-27, 1981
- [13] Gazvoda, T.; Horvat, J.: Ergonomska obremenitev varilca, Dan varilne tehnike 2005, zbornik referatov, Novo mesto, 2005, str. 186-189