



*Mr Dušan Jovanić, dipl.ing ** Zlatan Milutinović, dipl.inž.met ***Marko Ristić, dipl. maš.inž.

ODREĐIVANJE UTICAJA ELEKTROMAGNETNOG POLJA APARATA ZA ZAVARIVANJE NA BEZBEDNOST I ZAŠTITU ZDRAVLJA DETERMINATION OF THE WELDING MACHINE ELECTROMAGNETIC FIELD EFFECT ON HEALTH SAFETY AND PROTECTION

Originalni naučni rad / Original scientific paper

UDK / UDC: 613.64;

331.45/.46:621.791

Rad primljen / Paper received:

Jun 2016.

Adresa autora / Author's address:

*Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, Đorđa
Stratimirovića 23, Zrenjanin,

e-mail: dusan.jovanic@vts-zr.edu.rs

** Institut GOŠA, Milana Rakića 35, Beograd,

e-mail: zlatan.milutinovic@institutgosa.rs

*** Institut GOŠA, Milana Rakića 35, Beograd,

e-mail: marko.ristic@institutgosa.rs

Ključne reči: bezbednost i zaštita na radu; REL zavarivanje; zavarivač; elektromagnetno zračenje; svetlosni zraci; infracrveni zraci; ultravioletni zraci

Rezime

U radu je prikazan uticaj zračenja aparata za REL zavarivanje na bezbednost zavarivača i mere bezbednosti i zaštite zdravlja. Razmatran je uticaj svetlosnog, infracrvenog i ultraljubičastog zračenja, kao i uticaj i veličina elektromagnetnog zračenja na pojedine delove tela zavarivača, u toku zavarivanja i u praznom hodu i različitim režimima zavarivanja pri ručnom elektrolučnom postupku zavarivanja obloženom elektrodom (111) na REL aparatima za zavarivanje.

1. UVOD

Zavarivanje je sa stanovišta bezbednosti i zaštite zdravlja radnika visoko rizičan posao. Na 1000 radnika u zavarivanju i srodnim procesima u radnom veku javljaju se 4 smrtna slučaja [1]. Procesi zavarivanja praćeni su pojavama visokih temperatura, dima i prašine, zračenjem, opasnostima od električne struje, opasnostima od pada radnika ili pada predmeta sa visine, buke i dr. Sve ove pojave ili materije mogu štetno uticati na zdravlje zavarivača i drugih radnika, a predstavljaju i potencijalnu opasnost za nastanak materijalne štete. Osnovni zadatak u pogledu bezbednosti, zdravlja i zaštite je da se otklone ovi opasni uticaji zavarivanja. U toku procesa zavarivanja javljaju se svetlosni, infracrveni i ultraljubičasti zraci. Prisutno je i elektromagnetno polje čiji uticaj na ljudski organizam zavisi od jačine i frekvencije. Glavni izvori opasnosti pri elektrolučnom zavarivanju obloženom elektrodom su: električna struja, zračenje, zagađena atmosfera, i prskanje troske i metala. Zbog toga se preduzimaju odgovarajuće mere sigurnosti, koje su propisane zakonima i pravilnicima. Svaki zavarivač ima pravo i obavezu zaštite prema tim propisima.

Key words: safety and health; MMA welding; welder; electromagnetic radiation; light rays; infrared rays; ultraviolet rays.

Abstract

In this paper the influence of the MMA welding machine based welding apparatus radiation on the welder's safety as well as the security and the protection measures have been presented. The influence of light, infrared and ultraviolet radiation as well as the impact of the electromagnetic radiation on the certain parts of the welder body during welding and idling have been considered where the different welding conditions in manual metal arc welding process with coated electrodes (111) on welding machine have been employed.

1. INTRODUCTION

Welding is with regard to safety and health of workers highly risky business. At the 1000 workers in welding and allied processes in working life appear 4 deaths [1]. Welding processes are accompanied by phenomena of high temperatures, smoke and dust, radiation, the dangers of electricity, the dangers of falling worker or objects falling from a height, noise and others. All these phenomena or matter may adversely affect the health of welders and other workers, and also the potentially threat to the destruction of public property. The main task of the safety, health and safety is to remove these hazardous effects of welding. During the welding process affects the light, infrared and ultraviolet rays. Presence of the electromagnetic field, and whose impact on the human body depends on the strength and frequency. The main sources of risk for arc welding coated electrode are: electricity, radiation, polluted atmosphere and splashing of slag and metal. Therefore, take appropriate safety measures, which are prescribed by laws and regulations. Every welder has the right and obligation to protect against these regulations.



Osnovna podrška radnicima data je u dokumentu **Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu** gde je na osnovu čl.14 definisano da Organizacija mora da donese **Pravilnik o zdravlju i bezbednosti na radu**, sa kojim se uređuju prava, obaveze i odgovornosti i sprovodi bezbednost i zdravlje na radu lica koja učestvuju u radnom procesu. Pored ostalih, Pravilnik uređuje: Prava, obaveze i odgovornosti zaposlenih i obezbeđivanje i sprovođenje mera u vezi bezbednosti i zdravlja na radu, osposobljavanja zaposlenih iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu i provera stečenog znanja, utvrđivanje radnih mesta sa posebnim uslovima rada, korišćenje i održavanje sredstava lične zaštite na radu, održavanje sredstava rada, pregled i ispitivanje oruđa za rad, elektroinstalacija, postrojenja i radne sredine, utvrđivanje povreda radnih obaveza i drugih povreda radne discipline, preduzimanje mera u slučaju povrede na radu zaposlenih, evidencija iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, obaveze prema inspekciji rada, način provere zaposlenih pod uticajem alkohola i drugih sredstava zavisnosti.

Zavarivač ima prava, dužnost i obavezu da se ponaša u skladu sa Pravilnikom, da koristi sva predviđena zaštitna sredstva i da zahteva od pretpostavljenih da obezbede uslove za bezbedan rad koji mu neće ugroziti zdravlje i život.

Internacionalni komitet za nejonizujuće zračenje (ICNIRP) je preporučio maksimalne vrednosti jačine električnog polja od 10 kV/m i magnetnog polja od 0,5 μ T za radne prostore (profesionalna izloženost) i 5 kV/m ili 0,1 μ T za javne prostore.

Obavljena su ispitivanja uticaja EM polja na pojavu malignih bolesti eksponovanih osoba. Nađena je povećana smrtnost od svih oblika leukemije i akutne leukemije kod odraslih hronično izloženih EM polju preko 0,3 μ T. Utvrđena je veća pojava karcinoma (preovladavaju tumori pluća, faringosa, digestivnog trakta, respiratornih sinusa, tiroidne žlezde, tumori nervnog sistema, limfomi i melanomi očiju i kože) kod radnika čije je zanimanje vezano za rad sa električnom strujom [7].

2. OPASNOST OD ZRAČENJA

U toku procesa zavarivanja javljaju se svetlosni, infracrveni i ultraljubičasti zraci. **Svetlosni zraci** dovode do trenutnog zaslepljenja i prouzrokuju zamor očiju i opasnost za dobar vid. Ovo zračenje je veoma neprijatno za radnike koji nisu zavarivači, ali rade u neposrednoj blizini ili pomažu zavarivaču kod pripajanja. Kod dugotrajnog izlaganja ovim zracima bez potrebne zaštite očiju, može se smanjiti sposobnost vida, pre svega u mraku.

Support workers is given in the document Law on Safety and Health at Work which is based on Article 14 stipulates that the organization must establish rules on health and safety at work, with regulating the rights, obligations and responsibilities and implement safety and health the work of persons involved in the work process. Among others, the Rules regulate: the rights, obligations and responsibilities of employees and ensuring the implementation of the measures regarding health and safety at work, training employees in safety and health at work and checking the acquired knowledge, identifying jobs with special working conditions, use and maintenance means of personal protection at work, maintenance of capital goods, inspection and testing of work equipment, electrical installations, installations and working environment, determining the violation of duties and other violations of labor discipline, taking measures in case of injury at work of employees, records of safety and health at work obligations under the labor inspectorate, way of checking employees under the influence of alcohol and other psychoactive substances.

Welder has the right, duty and obligation to act in accordance with the Regulations, to use all protective equipment provided and to request the superiors to provide conditions for safe operation that will not jeopardize his health and life.

The International Committee for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) has recommended a maximum value of electric field strength of 10 kV / m and magnetic fields of 0.5 μ T for workspaces (occupational exposure) and 5 kV / m or 0.1 μ T for public spaces. Examinations the influence of EM fields on the incidence of malignant disease in exposed persons. It was found increased mortality from all forms of leukemia and acute leukemia in adults chronically exposed to EM field of over 0.3 μ T. The higher occurrence of cancer (lung tumors predominate, pharynx, digestive tract, respiratory and sinus, thyroid, nervous system tumors, lymphomas and melanoma of the skin and eyes) among workers whose profession is related to work with electricity [7].

2. DANGER OF RADIATION

During the welding process affects the light infrared and ultraviolet rays. Light rays leading to the current dazzling and cause eye fatigue and danger to good vision. This radiation is very embarrassing for the workers who were not welders, or work in close proximity to or assist the welder during tack welding. With long-term exposure to these rays without proper eye protection can reduce the ability to see, especially in the dark.



Infracrveni zraci nisu vidljivi zraci, a čine ih elektromagnetni zraci talasne dužine 0,7–1,3 mikrometara. Ovo je najjača vrsta zračenja kod zavarivanja. Izaziva znojenje, crvenilo i kod dužeg izlaganja bez zaštite, zapaljenje kože. Ovo zračenje takođe suši očnu sluznicu i izaziva utisak suvoće. Pri dugotrajnom izlaganju uticaju ovog zračenja bez zaštite, nastaje poremećaj ocnog sočiva i toplotna nekroza (odumiranje) očne mrežnjače, što vodi ka oslepljenju.

Ultraljubičasti zraci su nevidljivi i čine ga elektromagnetni talasi talasne dužine 0,2 – 0,4 mikrometara. Oni noću izazivaju utisak, kad se ne gleda direktno u električni luk, da je okolina zavarivača osvetljena svetlom pomalo ljubičaste boje. Ultraljubičasti zraci čine oko 5% od ukupne količine zračenja, ali su zato najopasniji.

Na sl. 1 se vidi da je vidljiva svetlost talasne dužine od 380 do 780 nm i ona je deo optičkog zračenja, a optičko zračenje je talasne dužine od 100 do 1000 nm i ono je deo elektromagnetnog zračenja, pored rentgenskog zračenja i radio talasa. Bela svetlost je mešavina različitih talasnih dužina, koje predstavljaju različite boje (ljubičasta, plava, zelena, žuta, crvena).

Infrared rays are invisible rays, and make them beam of electromagnetic wavelengths from 0,7 to 1,3 micrometers. This is the strongest type of radiation in welding. Causes sweating, flushing with longer exposure without protection, skin inflammation. This radiation also dries the mucous membranes of the eye and causes an impression of dryness. In the long-term impact of radiation exposure without protection, is associated with disorders of the eye lens and thermal necrosis (death) of the eye retina, leading to blindness.

Ultraviolet rays are invisible and make it to electromagnetic waves of wavelength 0.2 - 0.4 micrometers. They cause an impression at night, when not looking directly at the arc to the environment welders illuminated light little purple. Ultraviolet rays make up about 5% of the total amount of radiation, but they are the most dangerous.

In fig. 1 shows that the visible light wavelength of 380 to 780 nm, and it is part of the optical radiation, optical radiation has wavelengths from 100 to 1000 nm, and it is part of the electromagnetic radiation, in addition to X-ray radiation and radio waves. White light is a mixture of different wavelengths, which represent different colors (purple, blue, green, yellow, red).

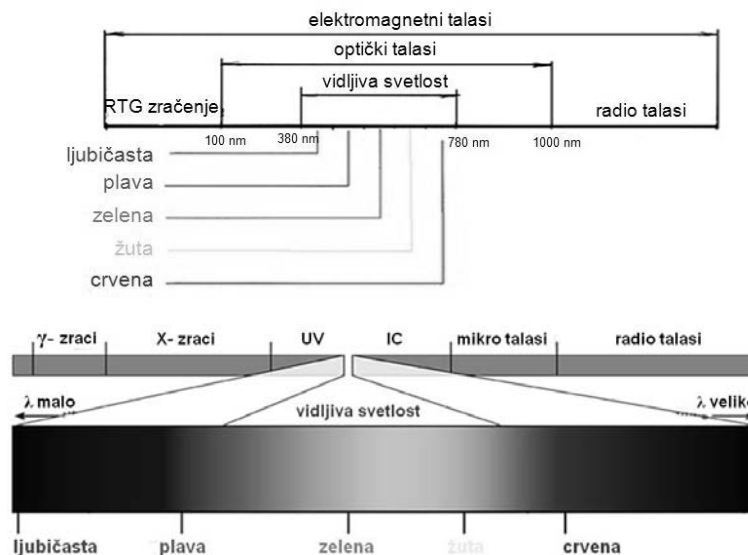


Figure 1. Electromagnetic waves
Slika 1. Elektromagnetni talasi

Ti kratkotalasni zraci prodiru u nezaštićenu kožu do 0,1mm, koja najpre pocrveni, a kasnije izgleda kao nakon obične opekotine. Ovi zraci izazivaju tamnjenje kože kao kod sunčanja, jer izazivaju intenzivnu pigmentaciju kože. Očna mrežnjača i rožnjača apsorbiraju ove zrake koji nakon nekoliko sati (kasnije, najčešće noću) izazivaju veoma intenzivan bol, kao da su oči pune vrućeg peska

These short-wave rays penetrate unprotected skin to 0.1mm, which first turns red, and then it looks like after a regular burns. These rays cause tanning at tanning because intenzivnu cause skin pigmentation. Eye retinas and corneas absorb these rays that after a few hours (later, usually at night) cause very intense pain, as if the eyes are full of hot sand.



Nakon višekratnog uticaja ultraljubičastog zračenja nastaje jaka upala očnih kapaka sa jakim suzenjem, a u ekstremnim slučajevima čak i oštećenje očnog živca. Može da se pojavi čak i prolazno ili duže privremeno slepilo.

Ovo zračenje se odbija od metalnih površina i premaza na zidovima pa deluje i na radnike koji rade u blizini. Kako bi se odbijanje od zidova i metalnih površina smanjilo, potrebno je da električni luk bude udaljen od zidova najmanje 0,5m. Na sl.2. prikazana je razlika u talasnoj dužini svetlosnih, infracrvenih i ultraljubičastih zraka.

After repeated impacts of ultraviolet radiation produced severe inflammation of the eyelids with a strong tearing, and in extreme cases even damage to the optic nerve. It can occur even transient or longer temporary blindness.

This radiation is reflected from metal surfaces and coatings on the walls of works and workers who work nearby. In order to rebound from walls and metal surfaces reduced, it is necessary that the arc is removed from the walls of at least 0.5m.

On fig.2. shows the difference in wavelength of light, infrared and ultraviolet rays.

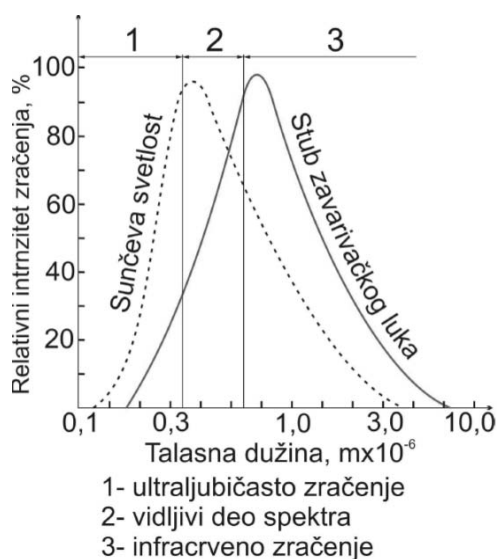


Figure 2. The wavelength of light, infrared and ultraviolet radiation
Slika 2. Talasna dužina svetlosnih, infracrvenih i ultraljubičastih zraka

Naizmenično elektromagnetno polje indukuje električnu struju u ljudskom telu u području srca i glave. Elektromagnetno polje izaziva iritaciju nervnog sistema i mišićnog tkiva. Statičko elektromagnetno polje izaziva mišićnu slabost. Uprkos intenzivnim istraživanjima još uvek nisu poznati dugoročni efekti prekomernog izlaganja elektromagnetnom polju. Na sl. 3. prikazana je jačina magnetnog polja kod pojedinih aparata.

Alternating electromagnetic field induces an electric current in the human body in the area of the heart and the head. The electromagnetic field causes irritation of the nervous system and muscle tissue. Static electromagnetic field causes muscular weakness. Despite intensive investigations are still unknown long-term effects of excessive exposure to electromagnetic fields. In fig. 3 shows the magnetic field strength in a particular apparatus.

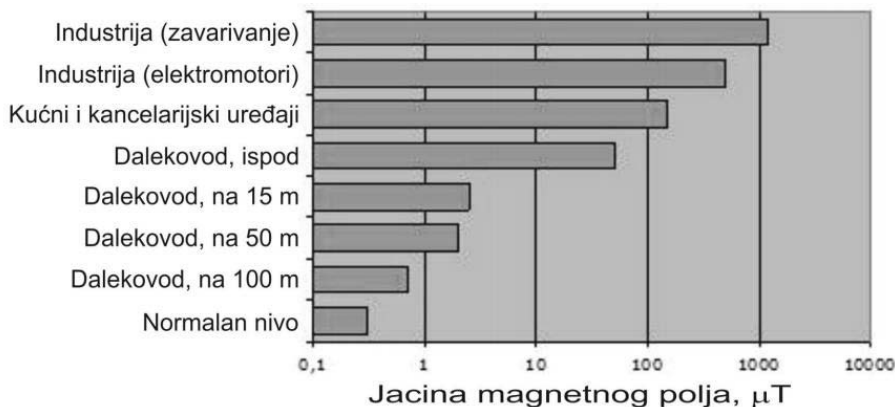


Figure 3. The strength of electromagnetic fields
Slika 3. Jačina elektromagnetnog polja



Jačina magnetnog polja na pojedine delove tela zavarivača za REL (111)- ručno elektrolučno zavarivanje obloženom elektrodom, MAG (135) zavarivanje topljivom žicom u zaštiti aktivnog gasa i MIG (131) zavarivanje topljivom žicom u zaštiti inertnog gasa prikazana je na sl.4.

The strength of the magnetic field on certain parts of the body welder for MMA (111) - manual metal arc welding covered electrode, MAG (135) welding with meltable wire in the active gas protection and MIG (131) Welding with meltable wire in the inert gas protection is shown in Figure 4.

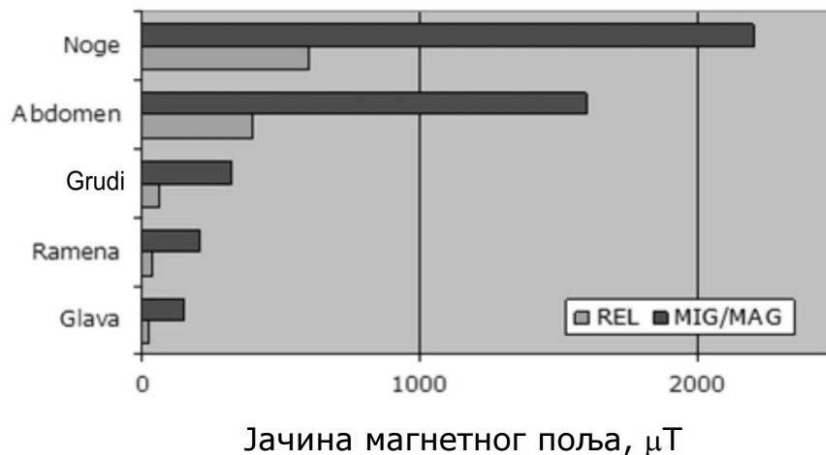


Figure 4. The effect of electromagnetic field strength MMA and MIG / MAG welding in various parts of the body
Slika 4. Uticaj jačine elektromagnetnog polja REL i MIG/MAG zavarivanja na različite delove tela

3. RADIATION PROTECTION

Pre svega, da bi se znalo koji i koliki su rizici na pojedinim poslovima zavarivanja i koje se mere mogu preduzeti za smanjenje rizika neophodno je napraviti akt o proceni rizika u kome će se izvršiti procena rizika na radnim mestima i u radnoj okolini. Na sl. 5 prikazan je simbol opasnosti od zračenja.

3. ZAŠTITA OD ZRAČENJA

First of all, in order to know who and what are the risks to the individual operations of welding and what measures can be taken to reduce the risk, it is necessary to act on the risk assessment which will be carried out risk assessments in the workplace and in the working environment. In fig. 5 shows the symbol of the dangers of radiation.

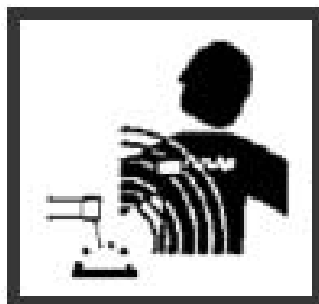


Figure 5. The symbol of the dangers of radiation
Slika 5. Simbol opasnosti od zračenja

Za smanjenje odbijanja ultraljubičastog zračenja potrebno je da električni luk bude više od 0,5 m udaljen od zida, a radno mesto odvojeno paravanima ili pregradama. Zavarivač mora biti zaštićen od opasnog zračenja električnog luka prikladnim odelom i zaštitnim naočarima sa filterom. Zaštita očiju od zračenja električnog luka je propisana u EN 619 pomoću filtera sa zaštitnim faktorom 8 (za mali luk) do 15 (za veliki luk) što je prikazano u tabeli 1 i tabeli 2.

To reduce rejection of ultraviolet radiation is necessary that the arc is more than 0.5 m away from the wall, a position separate screens or partitions. Welder must be protected from hazardous radiation arc suitable suit and goggles with filter. Eye protection from radiation electric arc is prescribed in EN 619 using filters with SPF 8 (for a small arc) to 15 (for a large arc) shown in Table 1 and Table.



Proces zavarivanja Welding process	Debljina elektrode (mm) Electrode diameter	Jačina struje (A) Current	OSHA min. Zaštitni broj Protecting number	ANSI & AWS preporučeni broj Recommended number
REL (111)	< 2,5	< 60	7	-
	2,5 - 4	60 - 160	8	10
	4- 6,4	160 - 250	10	12
	> 6,4	> 250	11	14

Table 1. Application of protective factors (darkening) for welding according to OSHA and ANSI & AWS
Tabela 1. Primena zaštitnog faktora (zatamnjenja) pri zavarivanju prema OSHA i ANSI & AWS

Zaštitni faktor Protecting factor	Primena Application
3	Tvrdo lemljenje i elektrootporno zavarivanje Brazing and resistance welding
4,5	Pomoćne operacije pri zavarivanju Assistant activities during welding
6-8	Zavarivački luk I= 30-75 A Welding arc I= 30-75 A
9,10	Zavarivački luk I= 30-200 A Welding arc I= 30-200 A
11,12	Zavarivački luk I= 200-400 A Welding arc I= 200-400 A
13,14	Zavarivački luk I iznad 400 A Welding arc I under 400 A
15	Zavarivački luk I ekstremno velika Welding arc I extremely high

Table 2. Application protection factor (darkening) for welding
Tabela 2. Primena zaštitnog faktora (zatamnjenja) pri zavarivanju

4. USLOVI EKSPERIMENTA

- **Aparat:** Ispravljač LCH 375 Uljanik Pula, Transformator VEKA 400 LK Elektroda Zagreb i inverter Master MIS 2500 Kemppi,
- **Osnovni material i dimenzije:** Čelik S235JRG2 (SRPS EN 10025/03) ≠ 8x40x250 mm
- **Potrošni materijal:** Elektroda **E 433 R 21** (EN 499:94)
- **Vrsta spoja i Položaj zavarivanja:** Sučeoni- BW. Horizontalni- PA
- **Merna instrumentacija:** Magnetosmog TYP WKDA 02.705 (max. 4000 nT)

4. EXPERIMENTAL CONDITIONS

- **Apparatus:** Rectifier LCH 375 Uljanik Pula, Transformer VEKA 400 LK Elektroda Zagreb and Inverter Master MIS 2500 Kemppi,
- **Base material and dimensions:** Steel S235JRG2 (EN 10025/03) ≠ 8x40x250 mm
- **Consumables:** Electrode E 433 R 21 (EN 499:94)
- **The type of joint and welding position:** butt weld- BW. Horizontal- PA
- **Measuring Instrumentation:** Magnetosmog TYP WKDA 02,705 (max. 4000 nT)



U tabeli 2 prikazane su jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1m i 2 m od ispravljača LCH 375 Uljanik Pula u radnom i praznom hodu.

Table 2 shows the intensity of electromagnetic radiation at a distance of 1 m and 2 m from the rectifier 375 LCH Uljanik Pula in working and idling.

Aparat za zavarivanje Welding apparatus	Režim rada Mode	Vrsta struje i polaritet Current and polarity	Režim zavarivanja Welding mode			Deo tela Body part	Jačina elektromagnetnog zračenja Electromagnetic radiation strength (nT)	
			Prečnik elektrode Electrode diameter d_e (mm)	Jačina struje Current intensity I (A)	Napon Luka Voltage U (V)		Udaljenost od aparata Distance from apparatus 1m	Udaljenost od aparata Distance from apparatus 2 m
Ispravljač LCH 375 Uljanik Pula Rectifier	Radni režim Active	DC +	2.5	80	23	glava head	1220	880
						telo body	2000	1550
						noge legs	>4000	2580
Ispravljač LCH 375 Uljanik Pula Rectifier	Radni režim Active	DC +	3.25	110	24	glava head	1100	750
						telo body	1800	1500
						noge legs	>4000	3600
Ispravljač LCH 375 Uljanik Pula Rectifier	Radni režim Active	DC +	4	140	25	glava head	1300	1200
						telo body	2400	1700
						noge legs	>4000	3500
Ispravljač LCH 375 Uljanik Pula Rectifier	Prazan hod Idle	DC +	-	-	60	glava head	390	130
						telo body	910	180
						noge legs	1220	210

Table 2. Strength of electromagnetic radiation at a distance of 1 m and 2 m from the rectifier for welding in working and idling.

Tabela 2. Jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1m i 2 m od ispravljača za zavarivanje u radnom i praznom hodu.



Table 3 shows the intensity of electromagnetic radiation at a distance of 1 m and 2 m from the transformer VEKA 400 LK Elektroda Zagreb in working and idling.

U tabeli 3 prikazane su jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1m i 2 m od transformatora VEKA 400 LK Elektroda Zagreb u radnom i praznom hodu.

Aparat za zavarivanje Welding apparatus	Režim rada Mode	Vrsta struje i polaritet Current and polarity	Režim zavarivanja Welding mode			Deo tela Body part	Jačina elektromagnetnog zračenja Electromagnetic radiation strength (nT)	
			Prečnik elektrode Electrode diameter d_e (mm)	Jačina struje Current intensity I (A)	Napon Luka Voltage U (V)		Udaljenost od aparata Distance from apparatus 1m	Udaljenost od aparata Distance from apparatus 2 m
transformator VEKA 400 LK Transformer	Radni režim Active	AC	2.5	80	23	glava head	>4000	>4000
						telo body	>4000	>4000
						noge legs	>4000	>4000
transformator VEKA 400 LK Transformer	Radni režim Active	AC	3.25	110	24	glava head	>4000	>4000
						telo body	>4000	>4000
						noge legs	>4000	>4000
transformator VEKA 400 LK Transformer	Radni režim Active	AC	4	140	25	glava head	>4000	>4000
						telo body	>4000	>4000
						noge legs	>4000	>4000
transformator VEKA 400 LK Transformer	Prazan hod Idle	AC	-	-	60	glava head	400	200
						telo body	670	450
						noge legs	530	330

Table 3. Strength of electromagnetic radiation at a distance of 1 m and 2 m from the transformer to the welding work and idling.

Tabela 3. Jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1m i 2 m od transformatora za zavarivanje u radnom i praznom hodu.



Table 4 shows the intensity of electromagnetic radiation at a distance of 1 m and 2 m from the inverter Master MIS Kemppi in working and idling.

U tabeli 4 prikazane su jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1m i 2 m od invertora Master MIS 2500 Kemppi Finska u radnom i praznom hodu.

Aparat za zavarivanje Welding apparatus	Režim rada Mode	Vrsta struje i polaritet Current and polarity	Režim zavarivanja Welding mode			Deo tela Body part	Jačina elektromagnetnog zračenja Electromagnetic radiation strength (nT)	
			Prečnik elektrode Electrode diameter d_e (mm)	Jačina struje Current intensity I (A)	Napon Luka Voltage U (V)		Udaljenost od aparata Distance from apparatus 1m	Udaljenost od aparata Distance from apparatus 2 m
Invertor Master MIS 2500 Kemppi Inverter	Radni režim Active	DC +	2.5	80	23	glava head	190	170
						telo body	430	370
						noge legs	1200	660
Invertor Master MIS 2500 Kemppi Inverter	Radni režim Active	DC +	3.25	110	24	glava head	210	200
						telo body	460	400
						noge legs	970	880
Invertor Master MIS 2500 Kemppi Inverter	Radni režim Active	DC +	4	140	25	glava head	450	330
						telo body	1100	610
						noge legs	1350	1200
Invertor Master MIS 2500 Kemppi Inverter	Prazan hod Idle	DC +	-	-	60	glava head	120	100
						telo body	70	50
						noge legs	180	160

Table 4. Intensity of electromagnetic radiation at a distance of 1 m and 2 m from the inverter in working and idling

Tabela 4. Jačine elektromagnetnog zračenja na udaljenosti od 1m i 2 m od invertora za zavarivanje u radnom i praznom hodu.



5. ZAKLJUČAK

Na osnovu svega navedenog možemo zaključiti da sva zračenja koja se javljaju u procesu zavarivanja mogu izazvati štetne posledice po bezbednost i zdravlje zavarivača. Svetlosno, infracrveno i ultraljubičasto zračenje se može sprečiti i uspešno otkloniti njihov štetan uticaj korišćenjem adekvatne opreme za zaštitu na radu.

Što se tiče elektromagnetnog zračenja uočljivo je da je ono kod REL aparata za zavarivanje višestruko veće od normalnog nivoa (oko 0,5 μT). Merenja su pokazala da je EM zračenje višestruko veće kod starijih aparata odnosno transformatora i ispravljača, a da je znatno manje kod invertora.

Takođe je uočljivo da je jačina elektromagnetnog polja veća na nogama zavarivača u odnosu na glavu i telo i do 3 puta, dok sa povećanjem udaljenosti od izvora zračenja sa 1m na 2m opada intenzitet zračenja i do 50% u zavisnosti od režima zavarivanja.

BIBLIOGRAPHY / LITERATURA

[1.] www.osha.gov-Occupational Safety and Health Administration

[2.] Pravilnik o bezbednosti mašina ("Sl. glasnik RS", br. 13/2010)

[3.] Machinery Directive 2006/42/EC 1/3

[4.] Pravilnik o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona (Sl.glasnik RS 13/2010) Sl.glasnik RS 13/2010)

5. CONCLUSION

Based on the foregoing, we can conclude that all the radiation that occur in the welding process can cause adverse effects on health and safety of welders. Light, infrared and ultraviolet radiation can be prevented and successfully treated their adverse impact using appropriate protection equipment at work.

As for the electromagnetic radiation it is evident that it is near to the welding MMA apparatus is multiple higher than normal levels (about 0.5 μT). Measurements showed that the EM radiation is a multi-point higher in older appliance or transformer and rectifier, and it is significantly lower in the inverter

It is also evident that the strength of the electromagnetic field is greater at the legs of welders in over head and body up to 3 times, while with increasing distance from the source of radiation from 1m to 2m decreases the intensity of radiation and up to 50% depending on the welding regime.

[5.] www.ram-rijeka.com-Oprema za zavarivanje - Zaštitna oprema za zavarivanje

[6.] EN 60974-1:2012- Arc welding equipment. Welding power sources

[7.] Jovica Jovanović, Boris Đinđić, Dušan Sokolović, Dejan Krstić, Dejan Petković, Petar Babović and Ivana Marković - The damaging effects of exposure to extremely low frequencies of electromagnetic fields, Acta Medica Medianae 2010, Vol.49(1)