



Saša Pejkić <sup>1,a</sup>

# USAVRŠAVANJE POČETNIKA I MLADIH ZAVARIVAČA ZA POSLOVE ZAVARIVANJA SA OBLOŽENIM ELEKTRODAMA, METODOM POSTEPENOG RAZVIJANJA VEŠTINA I PRELASKA NA VIŠI NIVO

## IMPROVEMENT OF BEGINNERS AND YOUNG WELDERS FOR WELDING WORKS WITH COATED ELECTRODES, USING THE METHOD OF GRADUAL DEVELOPMENT OF SKILLS

### Stručni rad / Professional paper

### Rad primljen / Paper received

Septembar 2024.

### Rad prihvaćen / Paper accepted

Decembar 2024.

### Adresa autora / Author's address

<sup>1</sup> EPS AD Ogranak TENT, Bogoljuba Uroševića Crnog 44, Obrenovac, Srbija

### Email / ORCID ID

<sup>a</sup> sasa.pejkic@eps.rs / 0009-0005-9558-8592

**Ključne reči:** mladi zavarivači, školovanje, obuka, obrazovanje, veštine

**Keywords:** young welders, education, training, education, skills

### Rezime

Praktično se pokazalo da imamo mali broj obučениh mladih zavarivača sa natprosečnim kvalitetima u radu. Iz tog razloga ukazuje se potreba da se proces učenja obogati sa proširenim načinom prilaska sticanju znanja iz oblasti praktičnog zavarivanja, metodom korak po korak, prelaskom sa manjeg na viši nivo, do nivoa potpuno obučenog profesionalca, pripremljenog za rad u veoma širokom spektru zavarivanja. Proširivanje znanja i obrazovanje u oblasti zavarivanje treba da bude neprestani proces koji se odvija za vreme školovanja i obuke zavarivača i kasnije tokom izvođenja radova, sve do sticanja potrebne veštine i odgovarajuće tehnike za izradu visoko-kvalitetnih zavarenih spojeva.

### Abstract

Practically, it turned out that we have a small number of trained young welders with above-average qualities in their work. For this reason, there is a need to enrich the learning process with an expanded approach to acquiring knowledge in the field of practical welding, a step-by-step method, moving from a lower to a higher level, to the level of a fully trained professional, prepared to work in a very wide range of welding. Expanding knowledge and education in the field of welding should be a continuous process that takes place during the education and training of welders and later during the execution of works, until the acquisition of the necessary skills and appropriate techniques for making high-quality welded joints.

Rad je u izvornom obliku objavljen u Zborniku radova sa 33. Savetovanja sa međunarodnim učešćem „Zavarivanje 2024“ održanog na Vrnjačkoj Banji, Srbija od 2. do 5. oktobra 2024. godine



## 1. Uvod

Razvoj savremenog društva, ukazuje na tendenciju kontinuiranog rasta BDP po glavi stanovnika. S obzirom na finansijska ograničenja investicija u privredu, javlja se potreba za ulaganjima u infrastrukturne objekte, koji zahtevaju visoku energetska efikasnost tokom perioda eksploatacije. Iz tog razloga, arhitekta pronalaze rešenja čiju osnovu čine čvrste čelične konstrukcije sa desetinama hiljada tona čeličnog materijala, koji će najvećim delom biti spojeni zavarivanjem. Utuda i potreba za velikim brojem novih zavarivača svih profila, na šta nijedno tržište rada ne može odmah odgovoriti. Suočeni smo sa činjenicom da nedostajući broj zavarivača se teško može nadohnaditi, jer sve što se iškoluje odmah preuzima tržište. Stoga moramo raditi na kvalitetu zavarivača koji završavaju kurseve, iz razloga što jedan kvalitetan zavarivač može zameniti u nekim slučajevima dva osrednja zavarivača, pa i više, naročito ako se rade masivni, zavareni spojevi visokog stepena sigurnosti. Dodatni rast potrebe za kvalitetnim zavarivačima se očekuje u narednom periodu, kako raste potreba za proizvodnjom odbrambene tehnike i druge opreme, svuda u svetu. Svakako da je interes imati snažan kadrovski i obrazovni potencijal koji može da proširi postojeću bazu stručnih i visoko cenjenih profesionalaca.

## 2. Teorijska obuka

Pod pretpostavkom da na obuku za zavarivače mogu pristupiti osobe koje nikada pre toga nisu imale kontakt sa tehnikom, a ni tehničkim izrazima, neophodno je prvo raščivijati osnovnu terminologiju u zavarivanju, kako bi budući zavarivači mogli pratiti nastavu. I ne samo to, oni od prvog dana treba da se vaspitavaju u duhu tačnosti, strpljenja, pravovremenosti, uzdržanosti, kao i u duhu važnosti zaštite na radu. Praksa je pokazala da je neophodno detaljno razjašnjenje i objašnjenje kako koristiti ličnu zaštitnu opremu, naročito važne detalje vezane za pripremu za rad sa nadglavnom maskom. Do prvog zavarivanja treba da dođe tek kada se podigne nivo svesti i odlučnosti, bez obzira na njihovo iščekivanje i nestrpljivost. Cilj je da se njihov entuzijazam dodatno očeliči i usmeri ka postizanju vrhunskih rezultata i podizanje lestvice onoga šta žele da postignu. Očekivano je da u zavarivačkom kolektivu nemamo mlade ljude koji su privrženi knjizi i učenju, pa ne treba forsirati metodu „bubanja“ podataka i šturih definicija. Uvek treba imati na umu, da mladi zavarivači da su hteli da uče, bili bi na visokim školama.

## 3. Praktična obuka u radionici, bez uključenja aparata za zavarivanje

Ovo je svakako veoma važna faza, razvoja zdrave i snažne ličnosti zavarivača i prilika da se zavarivači upoznaju sa uvodnom teorijskom razradom zavarivanja ugljeničnih nelegiranih čelika. U ovom delu mora se sve naučiti o alatima i opremi koja se koristi u procesu zavarivanja. Naročito obratiti pažnju na ručnu (malu brusilicu), kako se koristi i kako se bezbedno koristi. Upoznati mlade zavarivače sa opasnostima od privremenih električnih instalacija i način za smanjenje rizika kontakta sa električnom strujom.

Naravno da je potrebno proširiti fond reči sa upotrebom novih termina i izraza. Od instruktora se očekuje da ima aktivan dijalog sa celom grupom i da prepozna i razdvoji osobe koji su istinski zainteresovani, od onih koji već nešto znaju ili ništa ne znaju. Postavlja se pitanje: zašto je ovo bitno? Prva grupa koju čine zainteresovane osobe imaju snažan entuzijazam i od njih se može očekivati da samodisciplinom napreduju bolje od ostalih. Međutim, mnogi od njih ostanu dobri samo u teoriji, a kao zavarivači postaju osrednji. To može biti pogodnost u razvoju karijere na drugim radnim mestima u oblasti zavarivanja, koja zahtevaju intelektualni rad, a ne zahtevaju visoko obrazovanje. U drugoj grupi su osobe koje ništa ne znaju, a možda nisu ni sigurni da li je profesija zavarivača za njih. Oni su najčešće potpuno nestrpljivi da se što pre završi nastava, stekne diploma i krene dalje, u nekom pravcu, istovremeno bez jasne slike šta bi to moglo biti. Od instruktora se očekuje najviša pažnja i strpljenje koje treba da pokažu prema ovim osobama. Dovoljna je jedna kritika, opaska, neumesna šala ili neka druga intriga, da ta mlada osoba napusti kurs ili da ignoriše da se uopšte nalazi na obuci. U trećoj grupi se nalaze osobe koje nešto znaju o zavarivanju. Sa njima je rad teži, pa i najteži, ako te osobe već misle da sve znaju. Tip učenika koji misli da sve zna, teško da može nešto naučiti, pa je pretpostavka da će ostati loš ili osrednji i po završetku kursa.

Instruktor treba da pokuša ujednači ove grupe pre početka zavarivanja. Ovaj deo je svakako veoma važan, jer je zahtev prema instruktoru veoma visok, naročito što se od instruktora očekuje da unese duhovnost u kolektiv. Ako instruktor pronade način da produhovi i aktivira svakog pojedinca, uz nastavak praktičnog rada stvorice zavarivače koji imaju tražene veštine i znanja, po meri veoma visokog kriterijuma za ocenjivanje.



#### 4. Start zavarivačkog luka i početni koraci

Pre startovanja aparata za zavarivanje, moraju se ispoštovati određeni koraci, koji podrazumevaju upotrebu lične zaštitne opreme, postavljanje aparata i predmeta za zavarivanje u horizontalan položaj. Vreme je da se obavi priprema za zavarivanje, za početak samo čišćenjem predmeta od prljavštine, farbe, ulja, masti i rđe. Zatim se obavi postavljanje čvrstog kontakta mase na očišćenoj površina i priključi se aparat na mrežni napon. Nezaobilazna je provera ventilacije prostora i provera da li u neposrednom okruženju postoje zapaljive i eksplozivne materije. Tek kada je zahtev za rad odobren od strane instruktora, postavlja se elektroda u čeljust držača elektroda, navlače se rukavice i stavlja maska za zavarivanje. Tek onda se uključuje aparat za zavarivanje. To mora da bude redovna procedura, koju će zavarivač tokom svoje karijere uvek primenjivati, stom razlikom što će pregled dokumentacije, odnosno upoznavanje sa WPS listom koja je dobijena od tehnologa zavarivanja, uvek biti prethodnica svim ovim koracima.

Startovanje elektrode, treba da bude fino, tačno i dobro uvežbano. U ovoj fazi pokreće elektroda prema sebi i vodi računa o ravnomernosti luka. Vreme je da se u praktičnoj nastavi započne sa korišćenjem školske sveske sa kockama 5 x 5 mm. U njima će praktično vežbati dužine od 5 do 50 mm ili više, crtanjem i popunom kvadratića. Ova sveska će kasnije pomoći da le lako nauči kako izgleda i koliki je praktično ugao od 30° ili 45° ili više stepeni. Start elektrode se mora dobro uvežbati, bilo da je pokretanje elektrode prinošenjem i kontaktom, kuckanjem ili kresanjem. Nastaviće se sa greškom lepljenja elektrode, šta uraditi i kako sprečiti, a zatim i precizno pokretanje i prekid zavarivačkog luka. Naučiti kako nastaju osnovne greške podlivanja troske i nalepljivanje.

Za zavarivača često ostane potpuna nepoznanica koliki uticaj ima jačina struje na zavarivanje, pa zato se treba na početku pozabaviti sa ovom problematikom. Tome treba dodati i promenu prečnika elektrode i održavanje pravilne dužine zavarivačkog luka u zavisnosti od tipa zaštitne obloge elektrode. Zatim, mora se obratiti pažnjom na uticaj izbora jačine struje i brzine zavarivanja, ravnomernog povlačenja ili guranja elektrode. Zatim, koji su uglovi nagiba elektrode i sprečavanje podlivanja troske pod elektrodu. Sve ovo treba da se ukomponuje da bude dobro uvežbana melodija.

Vežbe trebaju biti tako koncipirane, da što zavarivač postaje bolji, to vežbe postaju složenije. Sve je po principu nivoa u video igricama. Što je igrač bolji, to je igra teža.

Pravolinijsko i krivolinijsko navarivanje treba vežbati višednevno, sve dok ne postanu deo posvesne radnje. Mnogi zavarivači su ostali osrednji, samo zato što su preskočili osnovne vežbe iz ove oblasti.

Za mlade zavarivače ove vežbe treba da postanu lake i monotone, da se jedva čeka na nastavak učenja. Time se podiže snaga entuzijazma, nestrpljenja i iščekivanja. Sve vreme se mora raditi na jačanju duha i unutrašnje stabilnosti. Instruktor zavarivanja treba da podstiče želju i entuzijazam kod učenika. Ponekad je neophodno ponavljati ove vežbe iznova, kako bi se grupa što više ujednačila u uspešnosti osnovnih i polaznih znanja.

#### 5. Zavarivanje sučeonih i preklopnih limova u horizontalnom položaju

Za početke zavarivanja treba koristiti tanke limove, bez zazora i sa zazorom. Početi sa izradom pripoja, a zatim i sa zavarivanjem. Tek u ovom momentu je došlo do spajanja limova, odnosno zavarivanja, ravnim povlačenjem i njihanjem elektrode. Zazor između limova može biti ravnomeran, ali i promenljiv, pa čak i prevelik. Cilj je da zavarivač nauči da očekuje najbolje, a da se pripremi za najgore, što se u praksi često dešava. Što je veći zazor, to se usložnjava operacija zavarivanja. Takođe je bitno da zavarivač zna da prepozna način kako da reši ove razlike, a da neznatno utiče na kvalitet zavarenog spoja. U ovoj fazi, zavarivač počinje da upozna sebe, odnosno svoju ličnost. Instruktor treba da pomogne i usmerava mladu ličnost u njegovom duhovnom razvitku, a ne samo u razvijanju veština zavarivanja. Nastaviti sa razlikama, u tom smislu raditi sa limovima različitih debljina, sučeono i sa preklopom, sa više pravaca odvođenja toplote. U ovoj fazi zavarivač treba da zavaruje spoljašnji ugao dva lima koji se naslanjaju jedan na drugi pod uglom od 90°. Svako odstupanje od tačne brzine zavarivanja napraviće zajede, prelive, prokapljivanje i progorevanje.

Tek nakon izvedenih prethodnih vežbi, dolazi se do izrade provara, odnosno korenog prolaza koji je kritični deo zavarivanja, jer se traži ravnomerna i savršena penetracija. Do sada su se sve vežbe



radile sa rutilnom, bazičnom i celuloznom elektrodom. Zahvaljujući tome, prepoznaje se prava vrednost celulozne elektrode, prilikom izrade korenog zavora sa zazorom, a to će omogućiti u kasnijim fazama veoma dobar učinak pri zavarivanju u prinudnim položajima. Upotreba podloški kao i uvodne i izlazne pločice, tokom izvođenja korenog zavarivanja, je još jedan dodatni tip vežbe. Nastavak osnovnog saznanja je u novim lekcijama izrade vrućih, popunjavajućih i završnih prolaza sa sve tri vrste zaštitne obloge elektroda: rutilne, bazične i celulozne. Tek nakon ovog dela obuke, zavarivači eventualno mogu da se podele, na one koji će biti zavarivači na ravnim limovima i zavarivači na cevima. Naravno da to ne bi trebalo da bude preporuka, jer grupa koja se opredeli za cevi, ostaće uskraćena za veoma bitna znanja koja će im biti preko neophodna u različitim uslovima zavarivanja i zavarivačkim položajima.

## 6. Zavarivanje na limovima u prinudnim položajima

Jedna od najlakših ravni za sučeono zavarivanje u prinudnim položajima je vertikalna ravan. Pri tome vežbe u ovoj ravni su podeljene na horizontalno zavarivanje u vertikalnoj ravni i zavarivanje odozdo na gore ↑ i odozgo na dole ↓. Ovde je ključno sprovesti niz vežbi sa postepenim savladavanjem nagiba. Nikako nije dobro da se odmah krene u potpuno vertikalnoj ravni. Naprotiv, ugao od 90°, treba dostići tek onda kada se uvežbaju pozicije najmanje tri ugla; 30, 45 i 60°. To je pravi put za postizanje neophodne veštine, postepen dolazak na traženi nivo, bez preskakanja PB položaja. Isto ovo treba uraditi sa tankim preklopnim limovima, a sve u cilju da se ovlada kontrolom zavarivačkog kupatila u PF i PG položajima. Učenik koji savlada ove probleme, po logici stvari može bez problema da radi sa T i L spojevima limova u horizontalnom, koritastom i vertikalnom položaju. Suštinski je bitno da se shvati princip broja pravaca odvođenja toplote, jer će to odrediti tehniku zavarivanja.

Odmah nakon sticanja veština rada u vertikalnom položaju za T i L spojeve, treba nastaviti sa složenijim savladavanjem gravitacije u PE položaju. Od učenika se prethodno očekuje da stekne dovoljnu fizičku kondiciju kako bi mogao da radi u teškom i prinudnom položaju. Njihanje elektrode je suština izrade ispravnog spoja ili stvaranje ledenica i prokapina.

Da bi se deformacije predupredile, neophodno je iskustvo i zapažanje, do kojih se dolazi prolaskom kroz prethodne vežbe. U ovom delu se stiže

iskustvo u planiranju radi izbegavanja unutrašnjih napona usled kojih dolazi do krivljenja i vitoperenja.

Dugački limovi i profili se često zavaruju na prekide, kada nije neophodna zaptivost zavarenog spoja ili nosivost celom dužinom u cilju smanjenja deformacija. Zavarivanje debelih preseka ima sopstvenu tehniku rada, višeslojnim prolazima, na način da se prethodni sloj odžari.

## 7. Zavarivanje cevi sa blindama i čepovima

Odličan prelazak u učenju sa limova na cevi je njihova međusobna kombinacija položaja i pozicija. U ovoj fazi okrugle cevi se zavaruju tako što se uvlače jedna u drugu. Time se istovremeno vraćamo na početne vežbe preklopnih limova, jer ima mnogo sličnosti. Postavljanjem limova na čelo cevi, imamo podudarnost sa vežbama ugaonog L i T položaja zavarivanja. Uvođenjem čepova u cevi, imamo podudarnost sa zavarivanjem obloženih limova. Sve nam to govori da je ovo samo logičan nastavak prethodno stečenog znanja. Na početku se naravno radi sa okretanjem i postavljanjem u povoljan položaj za zavarivanje, ali kako veština postaje veća tako srazmerno, treba otežavati ove vežbe, uvođenjem debljih limova, odnosno uvodimo veći broj pravaca odvođenja toplote. Zavarivači se upoznaju sa predgrevanjem i održavanjem međuprolazne temperature. Takođe se upoznaju se sa radom, ručnog struga za obaranje ivica na cevi i pozicioniranjem cevi. Primetite razliku. Ovim načinom sticanja znanja se mnogo kasnije pristupilo vežbama sa cevima, za razliku od uobičajene tehnike brze pripreme za polaganje atesta na cevima. A ovo je tek uvodni deo rada sa cevima. Prepoznajete li razliku u dostignutom znanju.

## 8. Zavarivanje cevi

Zavarivač početnik koji je prethodno stekao dovoljna znanja i veštine, u momentu kada pristupi sučeonom zavarivanju cevi, neće imati problema i nerazumevanja. Kroz nekoliko vežbi može prihvatiti sva pravila i naučiti da ih trajno poštuje. Vežbe treba da budu podeljene na zavarivanje cevi koje mogu da se okreću, odnosno oko kojih može da zavarivač kreće, dok je druga grupa vežbi koncipirana na otežano zavarivanje cevi, gde zavarivač ima pristup samo sa jedne, često uzane strane. Pristup sa jedne strane, odnosno zavarivanje pomoću ogledala, naročito u skućenom prostoru, je česta potreba u savremenim industrijama, a broj zavarivača koji mogu da odgovore na tražene zahteve je oskudan. Zato je neophodno zavarivača postepeno uvesti od većih prečnika prema manjim, kod kojih je veća brzina



zavarivanja po obimu, a samim tim je i veća brzina promene položaja. Istovremeno, zavarivač treba sam sebi postepeno da sužava prostor, tako da se zavarivanje mora izvoditi i sa levom i sa desnom rukom. Naročito obratiti pažnju na zavarivanje cevi sa unutrašnje strane, kada ne postoji mogućnost prilaska zadnjoj strani cevi. Kada zavarivač savlada i ove veštine, možemo reći da je postao kompletan zavarivač, koji će svakodnevnim radom primenjivati i kombinovati svoja znanja i sticati neophodna iskustva kako bi postepeno prerastao u vrhunskog

zavarivača. Nikako se ne sme zaboraviti na to da instruktor ne sme dopustiti da zavarivač izgubi strast i motivisanost.

Položen parktični ispitni test i sticanje sertifikata nikako ne sme da bude kraj školovanja zavarivača. Veoma je bitno da se zavarivač u praktičnom radu dalje usavršava, kako bi u što je moguće kraćem roku dostigao visoke performanse u radu na teškim i tehnički složenim zadacima. Pri tome se ne sme zapostaviti duhovno obrazovanje.

## 9. Zaključak

U ovom radu se predlaže način na koji mladi zavarivači treba da idu tokom obuke, metodom korak po korak, do visoko postavljenog cilja, odnosno sticanje veština koje odlikuju vrhunskog zavarivača, uz istovremeno jačanje duha i stabilnosti svakog pojedinca, jer je svakodnevica pokazala da je današnji čovek izložen aktivnoj duhovnoj razgradnji i rascentriranju. Da li to znači, da je neophodno uvođenje psihološkog jačanja svesti i/ili uvođenje meditacije, ili molitve i veroučenja u čitav proces obuke, ostaje da se kroz naučni eksperiment utvrdi. Jedno je sigurno, visokokvalitetan zavarivač mora imati i visok nivo samosvesti i psihičke stabilnosti, da bi u svakom momentu očuvao svoju smirenost i stalozhenost. Ja glasam za tihovanje i skromnost kao put ka savršenstvu u radu.

## 9. Conclusion

This paper proposes the way in which young welders should proceed during training, using a step-by-step method, to reach a high goal, i.e. acquiring the skills that distinguish a top welder, while at the same time strengthening the spirit and stability of each individual, because everyday life has shown that today's a man exposed to active spiritual decomposition and decentering. Whether this means that it is necessary to introduce psychological strengthening of consciousness and/or the introduction of meditation, or prayer and religious teaching in the entire training process, remains to be determined through a scientific experiment. One thing is certain, a high-quality welder must also have a high level of self-awareness and psychological stability, in order to maintain his calmness and composure at all times. I vote for silence and modesty as the path to perfection in work.

## Literatura / References

[1] Saša Pejkić (2024): Inženjersko radionički priručnik- Kako je lako zavarivati sa elektrodama, Beograd

[2] Saša Pejkić (2022): Inženjersko radionički priručnik- Obložene elektrode za zavarivanje, Beograd

[3] Saša Pejkić (2017): Inženjersko radionički priručnik- Gasno plamena tehnika, Beograd.