

UDK: 37.018.43

Stručni rad

E-TRENING KAO INOVATIVNI OBLIK OBRAZOVANJA

E-TRAINING AS AN INNOVATIVE FORMS OF EDUCATION

Dušan Jovanić¹, Nataša Cvijović²

¹Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu

²Fakultet tehničkih nauka Čačak, Univerzitet u Kragujevcu

¹dusan.jovanic@vts-zr.edu.rs

²natasa.cvijovic@ftn.kg.edu.rs

Abstrakt: Simulatori zavarivanja vizuelizuju, simuliraju i registruju četiri osnovna parametra procesa zavarivanja. Orjentacija pištolja- gorionika ili držača ečlektrode, udaljenost od radnog predmeta, brzina zavarivanja i putanja su osnovni parametri koji karakterišu kretanje pištolja- gorionika i električnog luka tokom zavarivanja. Sva četiri parametra se prate putem ultrazvučnih, optičkih ili elektromagnetnih senzora.

Simulatori zavarivanja omogućuju jeftiniju, bržu, kvalitetniju, bezbedniju i ekološki prihvatljivu obuku zavarivača REL (111), MIG/MAG (131/135) i TIG (141) postupkom zavarivanja, sučeonih- BW i ugaonih spojeva- FW.

U ovom radu su prikazani virtuelni sisitemi zavarivanja i analiza efikasnosti obuke pri upotrebi CS Wave simulatora zavarivanja.

Ključne reči: e- trening, Simulatori zavarivanja, Virtuelno zavarivanje.

Abstract: Welding simulators is to visualize, simulation and register basic four parameters of welding process. Orientation of torch, distance, welding speed and trajectory are the fundamental parameters which characterize movement of torch and arc during welding. All four parameters are followed by ultrasonic, optical or electromagnetic sensors.

Welding simulators provides a cheaper, faster, more qualitative, safer and ecologically more acceptable training of welders by using - MMA (111), MIG/MAG (131/135) and TIG (141) welding proces, butt weld (BW) and fillet weld (FW) of joints in all positions. Skillfulness of welders is achieved through training of motion path, distance between electrode and the object, welding speed and electrode angle in relation to the object and motion direction.

The paper shows the virtual welding training systems and analysis of the efficacy of training in the use of CS Wave welding simulators.

Key words: e- training, Weding Simulators, Virtual Welding.

1. UVOD

Svaki uređaj upravljan od strane radnika ima neke opasnosti: strujni udar, opasnost od štetnog zračenja, i udisanja otrovnih dimova, opasnost po druge radnike i dr. Takve opasnosti ometaju nastavu polaznicima obuke koji žele da završe obuku u što kraćem vremenu. Zato se u industriji sve više u obuci koriste simulatori. Simulatori se danas koriste u raznim granama industrije, pre svega vojne industrije, kao što su simulatori letenja, upravljanja vozilima i plovilima, oružjem i oruđem, u procesnoj industriji i nuklearnim elektranama, medicini i proizvodnoj industriji- simulatori zavarivanja. Cilj je da se omogući bezbedno okruženje za obuku.

Uloga simulatora u obuci zavarivača ogleda se prvenstveno u profesionalnom pristupu treningu od samog početka. Na taj način je omogućeno povećanje produktivnosti i kvaliteta zavarenih spojeva. Uštedom osnovnog i potrošnog materijala i električne energije obezbeđuje se jeftinija, bezbednija i ekološki prihvatljiva obuka.

Konvencionalna obuka zavarivača je skupa (zbog cene osnovnog materijala, potrošnog materijala- elektroda i žice, i električne energije), dugotrajna, teška za monitoring, odnosno praćenje napredka i nije atraktivna za mlađe IT generacije.

U razvijenim zemljama, kao i u Srbiji posao zavarivača je deficitaran, ali i neatraktivan za mlade generacije. Sa druge strane potrebno je dugo vremena za obuku dobrog zavarivača jer je veština zavarivanja, odnosno motorika, koja se uvežbava, kompleksna. Kao odgovor na to se u edukaciju zavarivača uvode simulatori zavarivanja, koji pojednostavljuju obuku zavarivača i približuju je mlađim IT generacijama.

Cilj istraživanja je da se na grupi od 332 studenta i sertifikovana zavarivača odredi efikasnost upotrebe simulatora na kvalitet i produktivnost zavarivanja, odnosno obuke. Realizacija istraživanja sprovedena je u periodu od 15.05.2012. god. do 15.05.2016.god.

3. SIMULATORI ZAVARIVANJA

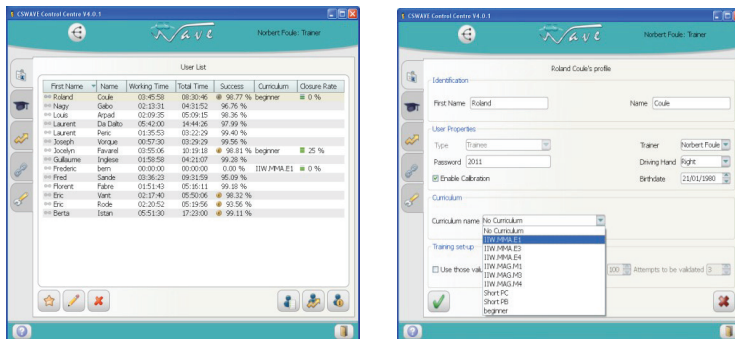
Simulatori zavarivanja pomoću senzora prate parametre REL, MAG i TIG procesa sučeonih- BW i ugaonih spojeva- FW: uglove u smeru kretanja i normalno na smer kretanja, udaljenost pištolja ili držača elektrode od radnog predmeta, brzinu i putanju zavarivanja. Senzori koji se koriste su elektromagnetni, optički ili ultrazvučni. Iako su elektromagnetni senzori najčešće korišćeni, ultrazvučni senzori su precizniji i na njih ne utiče buka i promena svetlosti.

Takođe postoje sistemi sa 3D maskom i bez. Rad bez 3D maske je mnog lakši i komforniji jer nije smanjena prirodna žižina daljina ljudskog oka. Iskustva pokazuju da duže korišćenje, odnosno obuka sa 3D naočarima izaziva dezorijentaciju, tako da su kandidati posle nekoliko dana njihovog korišćenja onemogućeni za dalji rad.

Simulatori zavarivanja omogućuju monitoring u realnom vremenu i dijagnostiku grešaka zavarenog spoja, analizu rezultata zavarivanja i praćenje napredka obuke zavarivača.

Server omogućuje skladištenje podataka i kasniju analizu i pedagoški napredak kandidata. Svaki pokušaj se beleži po datumu i času tako da kandidat ima svoju mapu u kojoj su grafički pojedinačno prikazani parametri zavarivanja tokom celog procesa obuke. Na osnovu tih podataka instruktor ima mogućnost definisanja pedagoških koraka za svakog pojedinačnog kandidata uz mogućnost potrebnih korekcija. To mu omogućava da za svakog kandidata potraži najoptimalniji put za dostizanje zadatog cilja.

Postoje dve mogućnosti obuke na simulatoru zavarivanja: sa kurikulumom ili bez kurikulumu (sl. 1).

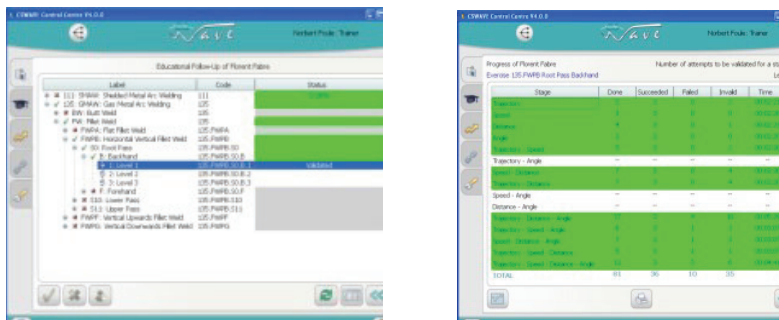


Slika 1. Rad sa kurikulumom

Kurikulum služi da se za svakog zavarivača programira njegov plan i program vežbi, ili izabere sa popisa, u odnosu na položaj zavarivanja, broj uključenih parametara zavarivanja koji se vežbaju, njihovo trajanje i procenat uspešnosti. Na taj način zavarivač ne može birati sledeću vežbu već su mu one unapred programirane i može preći na sledeću tek po ispunjenju tri uspešne prethodne vežbe.

Sa druge strane programirano mu je i vreme obuke tako da on nakon tri uspešne izvedene vežbe može preći na sledeću ili vežbati prethodne do isteka predviđenog vremena. Na taj način se može i kontrolisati koliko je zavarivač radio u toku radnog dana.

Na sl 2. prikazani su detalji napretka i statistika uspešnih, neuspešnih i prekinutih vežbi, kao i vreme trajanja. Siva polja označavaju da je vežba prekinuta odnosno da nema rezultata, a zelena polja da ima barem jedan rezultat.




Slika 2. Detalji napretka i statistika uspešnih, neuspešnih i prekinutih vežbi

Trenutno je na tržištu prisutno nekoliko različitih tipova simulatora: Diginext "CS WAVE"- Francuska, "RW SOLD"- Španija, 123+ Certification "ARC+"- Kanada, "Sim WELDER"- SAD, Lincoln Electric VRTEX™ 360, "VW Fronius"- Austrija, Apollo-Weld Trainer, GSI- SLV Halle. Uporedne karakteristike nekih virtuelnih sistema zavarivanja prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1. Upoređivanje virtuelnih sistema zavarivanja

Proizvođač		Fronius	Diginext	SLV Halle	Lincoln Electric	123 Certification
Tip		VW	CS WAVE	GSI	Vrtex 360	ARC+
Funkcija						
Verzija	stabilni	✓	✓		✓	✓
	mobilni	✓	✓	✓		✓
Procesi	REL		✓		✓	✓
	MAG	✓	✓	✓	✓	✓
	TIG		✓	✓		✓
Vrsta	Ploče	✓	✓	✓	✓	✓
	Cevi				✓	✓
Tip spoja	BW	✓	✓	✓	✓	✓
	FW	✓	✓		✓	✓
Pozicija zavar.	PA	✓	✓	✓	✓	✓
	PB	✓	✓	✓	✓	✓
	PC		✓		✓	✓
	PF	✓	✓	✓	✓	✓
	PG		✓		✓	✓
	PD		✓		✓	✓
	H-L045				✓	✓
Parame tri	Uglovi	✓	✓	✓	✓	✓
	Udaljen	✓	✓	✓	✓	✓
	Brzina	✓	✓	✓	✓	✓
	Putanja		✓			✓
Njihanje			✓			✓
Vodič	✓	✓			✓	✓
Vrsta grešaka	✓				✓	✓

3D Maska	✓		✓	✓	✓
Senzor	Elektrom	Ultrazvuč	Optički	Elektrom	Elektrom
Snimak		✓			✓
Podeš. paramet.	✓	✓	✓	✓	✓
Menadž. sistem		✓			✓
Podeš. položaja		✓		✓	✓
Kurikulum		✓			✓
Kontrolni centar	✓	✓		✓	✓
Zvučni efekti	✓	✓	✓	✓	✓
Izgled simulatora					

3. ANALIZA EFIKASNOSTI UPOTREBE SIMULATORA ZAVARIVANJA

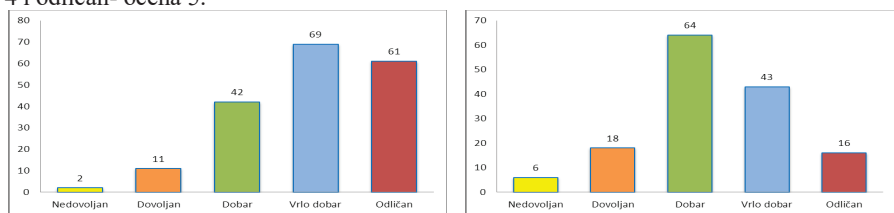
Prema dokumentu IAB-089r4-12- Međunarodni zavarivač (International Welders Guideline) Međunarodnog institute za zavarivanje (IIW) simulatore zavarivanja je moguće koristiti 20 % u odnosu na ukupno vreme praktične obuke, dok za studente i ostalo osoblje u zavarivanju to iznosi 50 %. Vreme obuke zavarivača za pojedine postupke zavarivanja i vrstu spoja prikazano je u tabeli 2.

Tabela 2. Vreme obuke zavarivača za pojedine postupke zavarivanja i vrstu spoja

Tip spoja	Ukupan broj časova teorijske i praktične nastave po modulima za pojedine postupke zavarivanja			
	REL (111)	Gasno (311)	MIG/MAG (131/135)	TIG (141)
FW ugaoni spoj	A+S (+P)-teorija 20+5(+8) E1 + E2 -vežbe 90 + 50	A+S (+P) -teorija 20+5 (+8) P - za nerđajući čelik i Al	A+S (+P) -teorija 20+7 (+8) M1+M2- vežbe 90+90	A+S (+P) -teorija 20+5 (+8) T1+T2- vežbe 50+50
BPW sučeoni spoj	A+ B+ S (+P) 20+18+5 (+8) E1+E2+E3+E4	A+ B+ S (+P) 20+18+5 (+8) G3+G4	A+B+S (+P) 20+18+7 (+8) M1+M2+M3+M4	A+B+S (+P) 20+18+5 (+8) T1+T2+T3+T4

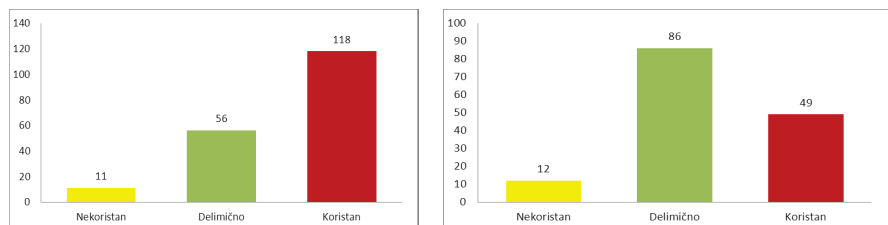
ploča	90+50+75+75	50+50	90+90+75+75	50+50+50+50
BTW sučeoni spoj cevi	A+ B+ C+ S (+P) 20+18+7+5 (+8) E1+E2+E3+E4+ E5+E6 90+50+75+75+7 5+75= 440	A+B+C+S (+P) 20+18+7+5 (+8) G3+G4+G5+G6 50+50+50+50	A+B+C+S (+P) 20+18+7+7 (+8) M1+M2+M3+M4+ M5+M5 90+ 90+ 75+ 75 +75+50	A+B+C+S (+P) 20+18+7+5(+8) T1+T2+T3+T4+ T5+T6 50+50+50+50+ 50+50

Ukupna ocena CS Wave simulatora zavarivanja od strane 185 studenata i 147 sertifikovanih zavarivača prikazana je na sl. 3. Učenici ankete su imali zadatak da ocene simulator kao: nedovoljan- ocena 1, dovoljan- ocena 2, dobar- ocena 3, vrlo dobar- ocena 4 i odličan- ocena 5.



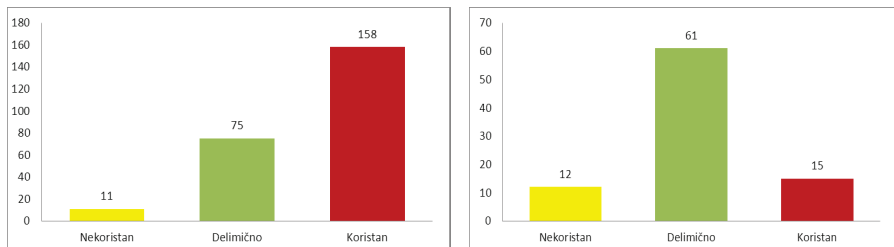
Slika 3. Ocena simulatora od strane studenata i zavarivača

Ocena simulatora kao trenažera za obuku od strane studenata i zavarivača prikazana je na sl. 4. Učesnici su simulator zavarivanja ocenjivali kao nekoristan, delimično koristan ili koristan za obuku.



Slika 4. Ocena simulatora kao trenažera za obuku od strane studenata i zavarivača

Ocena simulatora kao alata za obuku od strane osoba do 35 god. i preko 35 god. starosti prikazana je na sl. 5.



Slika 5. Ocena simulatora kao alata za obuku od strane osoba do i preko 35 god.

5. ZAKLJUČCI

Rezultati ankete o oceni simulatora zavarivanja na uzorku od 185 studenata i 147 sertifikovanih zavarivača pokazali su da je većina učesnika ankete ocenila pozitivno simulator, ocenom vrlo dobar i odličan, i to 70 % kod studenata i 40 % kod zavarivača.

Anketa koja je sprovedena radi ocenjivanja simulatora zavarivanja kao sredstva za obuku novih zavarivača pokazuje da je većina studenata 118 (64 %) ocenila da je simulator koristan za obuku, dok je kod zavarivača to 49 (33 %).

Ukupna ocena simulatora i ocena simulatora kao trenažera za obuku od strane zavarivača ima približno normalnu raspodelu što odgovara stvarnom stanju, odnosno njihova ocena je merodavnija, obzirom na višegodišnje iskustvo u zavarivanju u odnosu na studente.

Ukoliko se uzorak podeli na mlađu generaciju do 35 god. kojima je IT bliskija i starije od 35 god., može se zaključiti da mlađe osobe mnogo lakše prihvataju nove tehnologije, jer je kod njih simulator ocenjen kao koristan od strane 158 (65 %), dok je kod starijih od 35 god. njih 15 (17 %) ocenilo kao koristan.

LITERATURA

- [1] Jovanic D., Jovanovic M., Jonas Z. (2013). CS Wave welding simulator – results analysis and training progress, *Welding and welded structures*, ISSN 0354-7965, No 1, Vol.58, pp. 41-46.
- [2] Jovanic D., Zivkovic D. (2013). Diagnostic welding imperfections in butt weld on welding simulator CS Wave, *Technical diagnostics*, Vol XII, No.4, ISSN 1451-1975, pp. 48-52.
- [3] Da Dalto,L.,Benus,F.,Balet,O..Improving the welding training by a wise integration of new technologies, *Proceedings of the IIW 2009 International Conference on Advances in Welding and Allied Technologies*, Singapore, July 16-17, 2009, ISBN 978-981-08-3259-9, paper fqc-5
- [4] IAB-089r4-12- Minimalni zahtevi za obrazovanje, obuku, ispitivanje i kvalifikaciju osoblja u zavarivanju, *Međunarodni zavarivač (IW)*
- [5] <http://www.diginext.fr>- Diginext- Advanced Coputeing systems,
- [6] https://app.aws.org/conferences/abstracts/05_B.pdf, Nancy C. Porter, J. Allan Cote, Timothy D. Gifford, Wim Lam, *Virtual Reality Welder Training*, Joining Technologies for Naval Applications, 2005.
- [7] Jovanić D., Jovanović M.: Virtual welding on simulator CS Wave, 35th International conference on production engineering, 25.-28. September 2013, Kopaonik, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering Kraljevo 2013, Serbia.
- [8] <http://www.simfor.es>
- [9] <http://www.simumak.com>
- [10] <http://www.123arc.com>
- [11] <http://www.lincolnelectric.com>
- [12] <http://www.simwelder.com>
- [13] <http://www.virtualwelding.com>
- [14] <http://www.weldtech.co.in>
- [15] <https://www.gsi-slv.de/en/>

