

UVODENJE VWTS U TRENING ZAVARIVAČA VJEŽBENIKA I PROFESIONALNIH ZAVARIVAČA

INTRODUCTION OF VWTS INTO THE TRAINING OF WELDING TRAINEES AND PROFESSIONALS

M. Szugyi, A. Konjatić, E. Margeta, Ž. Habek

Industrijsko – obrtnička škola, Slavonski Brod, Republika Hrvatska

Ključne riječi: *Trening, VWTS – Virtualni zavarivački sustavi treninga, zavarivanje, zavarivač, vještina zavarivanja.*

Keywords: *Training, VWTS - Virtual Welding Training System, Welding, Welder, Welding skill*

Sažetak:

Dinamičan i ekspanzivni razvoj IT kao i proboj inovativnih rješenja neosporno utječe na područje zavarivanja. Kao logična posljedica ovakog razvoja tehnike i tehnologije u posljednjem desetljeću razvijeni su sustavi virtualnih simulatora zavarivanja koji svojom prisutnošću nameću potpuno nove i inovativne koncepte, tj. sveobuhvatne sustave treninga koji pridonose kvaliteti kompetencija zavarivača, a time odgovaraju i zahtjevima tržišta rada.

U svrhu potvrde ove hipoteze, provedeno je istraživanje na 182 učenika i 36 profesionalnih zavarivača (radno iskustvo od 3 do 35 godina) koje je pokazalo i potvrdilo kako primjena VWTS – a u znatnoj mjeri doprinosi višoj razini kompetencija vježbenika i profesionalnih zavarivača.

Tijekom trogodišnjeg istraživanja dobiveni su rezultati koji upućuju na potrebu usklajivanja omjera VWTS – a i klasičnog sustava treninga u obuci zavarivača te upućuju na potrebu uvođenja ovog sustava u redoviti trening zavarivača kroz cjeloživotno obrazovanje.

Abstract:

Dynamic and expansive development of IT and a breakthrough of innovative solutions indisputably influence the welding profession. As a logical consequence of such development of technique and technology in the last decade virtual welding training systems were developed, which through their mere presence force completely new and innovative concepts, i.e. comprehensive training systems that contribute to the competence qualities of welders, and in such a way respond to the market demands.

For the purpose of confirmation of this hypothesis, a research was carried out on 182 students and 36 professional welders (from 3 to 35 years of work experience), which has demonstrated and confirmed that application of VWTS considerably contributes to the higher level of competence of both trainees and professional welders.

During the three-year research results were gathered that indicate the need for synchronising the ratio of VWTS and classical training system in welder training, and indicate the need for introduction of this system into the regular welder training through lifelong education.

1. UVOD

Zavarivanje je postupak koji zahtijeva znanje, vještina i preciznost u provođenju tehnoloških uputa da bi se u potpunosti izvršili predviđeni zadatci. Da bi se postalo vrhunskim zavarivačem potreban je dugotrajan trening kako bi se postigla potrebna interakcija svih potrebnih komponenti. U cilju ubrzavanja treninga zavarivača u posljednjih 10 – 15 godina razvijali su se VWTS (Virtual Training Welding System).

Uključujući se u rasprave, na međunarodnoj razini, o mjestu i ulozi VWTS u treningu zavarivača u Industrijsko-obrtničkoj školi Slavonski Brod (IOŠ) provedeno je u zadnje tri – četiri godine sustavno istraživanje.

U samom početku istraživanje se odnosilo na ocjenu potrebe uključivanja VWTS u trening zavarivača vježbenika i određivanje njegovog udjela u treningu. Tijekom istraživanja došlo se do spoznaja o daleko širim mogućnostima primjene VWTS, pri čemu od samih početaka nikada nije dovedena u pitanje potreba uvođenja sustava u trening zavarivača. Naime, osim u interaktivnom treningu zavarivača početnika, sustav se pokazao vrlo korisnim u korekciji tehnike zavarivača profesionalaca.

Vještina zavarivanja diktiraju tri glavna parametra: dužina električnog luka, brzina zavarivanja i nagib elektrode. Nepravilan odabir parametara ili pogreške u tehniči izvođenja uzrokuju pogreške u zavarenom spoju.

Istraživanja su pokazala da vježbenici (učenici) koji prolaze interaktivni trening znatno brže postižu i duže zadržavaju zahtijevane vještine od onih koji imaju klasičan trening. Mogućnosti kao što su: „duh“ kojim se tijekom treninga korigiraju zavarivačevi parametri, reprodukcija (playback) treninga u kojoj se mogu analizirati pokreti vježbenika, vođenje vrha elektrode prema matrici trenera i dr., znatno ubrzavaju proces treninga.

Istraživanja provedena sa zavarivačima profesionalcima pokazala su da oni tijekom neprekidnog rada na poslovima zavarivanja, a bez treninga, gube svoju kinestetičku memoriju i antropološke karakteristike. Oni usvajaju neku svoju prirodnu „tehniku“ koja ima za posljedicu povećanje razine pogrešaka u zavarenim spojevima. Korekcije tehnike zavarivanja pomoću VWTS dale su zanimljive i pozitivne rezultate.

Bavljenje ovom problematikom otvorilo je niz drugih pitanja i mogućnosti koje su ukomponirane u sustav S – K – S, promoviran na 6. Međunarodnom savjetovanju u Slavonskom Brodu 2011.g.

Cilj je ovog rada pokazati rezultate istraživanja provedene u Industrijsko-obrtničkoj školi, Slavonski Brod i Končar Metalnim konstrukcijama Zagreb te ukazati na moguće puteve prema uspješnom, modernom i isplativom cjeloživotnom treningu zavarivača.

2. TEMELJNE ODREDNICE SUSTAVA S – K – S

Sustav S – K – S, kao sveobuhvatni sustav cjeloživotnog obrazovanja, sastoji se od tri bitne odrednice, a to su:

1. SKILLS – stjecanje, usvajanje i primjena vještina tehnika zavarivanja,
2. KNOWLEDGE - stjecanje, usvajanje i primjena strukovnih sadržaja, tj. tehnologija zavarivanja,
3. STABILITY – sposobnost i mogućnost učestalog ponavljanja i izvođenja kvalitetnih zvara prema zahtijevanoj tehnologiji sa zahtijevanom tehnikom u zahtijevanom vremenu, samostalno ili pred supervizorom.

Navedene odrednice uvelike je moguće ostvariti uvođenjem VWTS –a u trening zavarivača vježbenika i profesionalnih zavarivača. Provedena istraživanja pokazala su njegovu iznimnu učinkovitost u S – K – S sustavu.

3. ISTRAŽIVANJE

Uzorak

Uzorak u ovom istraživanju obavljenom u IOŠ-u, Slavonski Brod u školskoj godini 2010./2011. te 2011. / 2012. je 30 učenika (vježbenika).

Uzorak u istraživanju obavljenom u Končar Metalnim konstrukcijama, Zagreb je 36 profesionalnih zavarivača s radnim iskustvom od 3 do 30 godina.

Metode istraživanja

Metode korištene u dijelu istraživanja koje je obavljeno u sustavu redovnog školovanja učenika (vježbenika) činili su treninzi na VWTS – u te treninzi na stvarnim uređajima za zavarivanje.

Treninzi na VWTS – u osmišljeni su za sučeljeni V i kutni spoj u horizontalnom položaju.

Treninzi su obavljeni za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje za obje vrste spoja.

Didaktičkim konceptom treninga predviđena su četiri koraka treninga.

Prva tri koraka (koncept treninga) namijenjena su treninzima uz pomoć „duha“, dok četvrti korak predviđa samostalno izvođenje zvara bez pomoći „duha“, kako bi se usvojene vještine primijenile na 3D zavar (koncept simulacije).

Koraci koncepta treninga te simulacije imali su razinu 55%.

Koncepti treninga – brzina, visina električnog luka te nagib gorionika za sva tri koraka, na kraju se daju u numeričkom obliku, u tablicama dostupnim na uvid svakom učeniku i treneru.

Rezultati koncepta simulacije daju se u istom obliku.

Izvođenje pojedinog treninga, tj. njegovih koraka moguće je pogledati i u obliku video zapisa što omogućava potpunu analizu rada učenika.

Treninzi na stvarnim uređajima za zavarivanje obavljeni su prema istovjetnim konceptima treninga i simulacije za sučeljeni V i kutni spoj u horizontalnom položaju, za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje za obje vrste spoja.

Metode korištene u dijelu istraživanja koje je obavljeno u Končar Metalnim konstrukcijama, Zagreb obuhvatile su:

- a) incijalno testiranje polaznika VWTS – om
- b) trening polaznika VWTS – om
- c) završno testiranje polaznika VWTS – om

Koncept incijalnog testiranja sastojao se od koncepta simulacije (3D zavar) za zavarivanje kutnog spoja u horizontalnom položaju s razinom 65%.

Koncept treninga obavljen je za navedeni spoj, ali i za sučeljeni V spoj u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje razine 60%.

Završno testiranje polaznika VWTS – om sastojalo se od koncepta simulacije (3D zavar) za zavarivanje kutnog spoja u horizontalnom položaju s razinom 60%.

Instrumenti praćenja i vrjednovanja

U sustavu redovnog obrazovanja vježbenika praćenje i vrjednovanje izvršeno je monitoringom jedne generacije vježbenika zavarivača u trajanju od dvije školske godine.

Praćenje i vrjednovanje vježbeničkih zavarivačkih kompetencija postignutih treningom VWTS – om ostvareno je:

- a) praćenjem i vrjednovanjem rezultata ostvarene brzine zavarivanja, visine električnog luka te kuta nagiba gorionika,
- b) praćenjem i vrjednovanjem rezultata ostvarenih nakon izvođenja koncepta simulacije,
- c) praćenjem i vrjednovanjem ukupnog rezultata nakon izvođenja treninga.

Ostvareni rezultati izraženi su postignutim brojem bodova za svakog učenika za sve navedene elemente.

Praćenje i vrjednovanje vježbeničkih zavarivačkih kompetencija tijekom treninga na stvarnim uređajima ostvareno je praćenjem i ocjenjivanjem učenikovog praktičnog rada kroz četiri elementa:

- a) povezivanje zavara s osnovnim materijalom,
- b) poroznost,
- c) zajedi,
- d) ukupna ocjena zavara.

Postignuti rezultati izraženi su ocjenama: 1 (ne zadovoljava), 2 (zadovoljava), 3 (dobro), 4 (vrlo dobro), 5 (izvrsno).

Završno praćenje i vrjednovanje vježbeničkih kompetencija ostvareno je praćenjem i ocjenjivanjem učenikovog praktičnog dijela završnog rada u skladu s četiri navedena elementa, a prema navedenoj skali ocjena.

U sustavu usavršavanja profesionalnih zavarivača praćenje i vrjednovanje zavarivačkih kompetencija postignutih treningom VWTS – om ostvareno je:

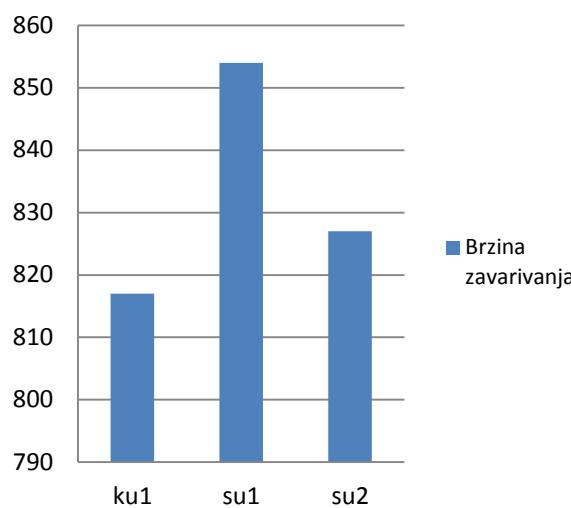
- a) praćenjem i vrjednovanjem rezultata ostvarenih incijalnim testiranjem
- b) praćenjem i vrjednovanjem rezultata ostvarenih treningom
- c) praćenjem i vrjednovanjem rezultata ostvarenih završnim testiranjem

Ostvareni rezultati izraženi su postignutim ukupnim brojem bodova za svakog polaznika.

4. REZULTATI

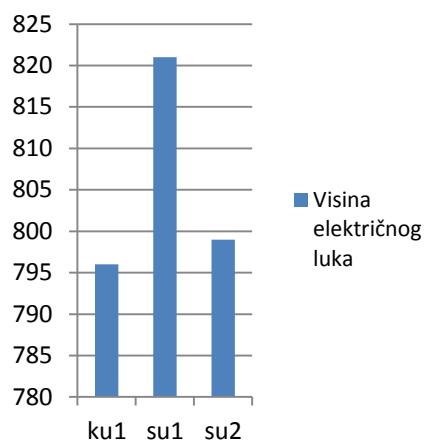
Rezultati postignuća učenika ostvareni VWTS – om

Brzina zavarivanja



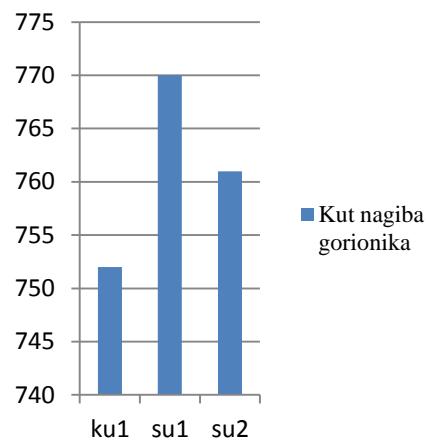
Slika 1. Dijagram postignuća točne brzine zavarivanja za kutni i sučeljeni spoj u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

Visina električnog luka



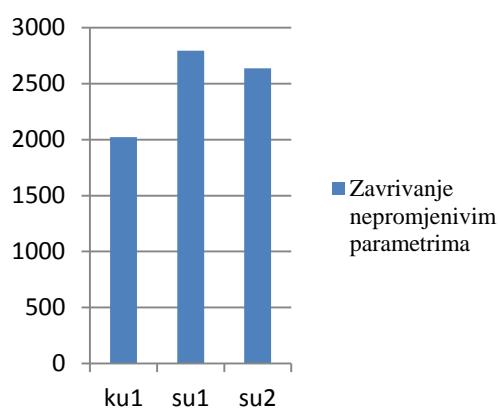
Slika 2. Dijagram postignuća točne visine električnog luka za kutni i sučeljeni spoj u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

Kut nagiba gorionika



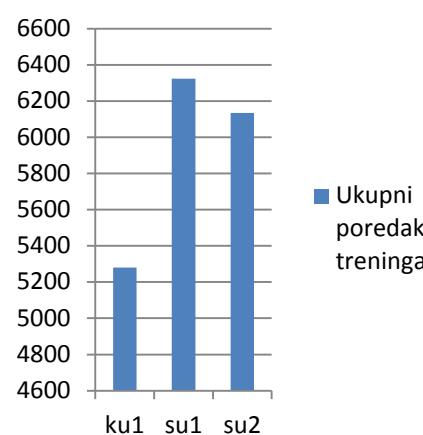
Slika 3. Dijagram postignuća pravilnog kuta nagiba gorionika za zavarivanje kutnog i sučeljenog spoja u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

Zavarivanje nepromjenivim parametrima



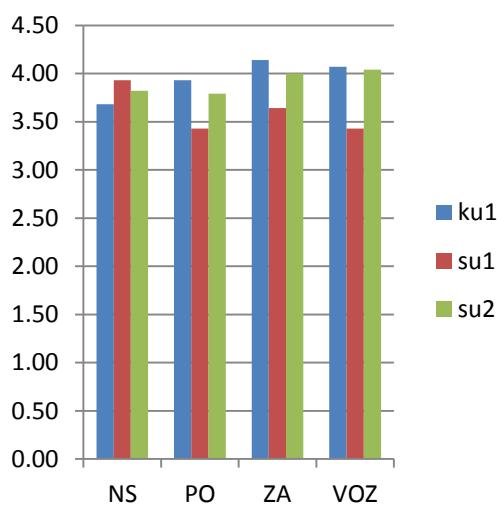
Slika 4. Dijagram postignuća zavarivanja nepromjenjivim parametrima za zavarivanje kutnog i sučeljenog spoja u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

Ukupni poredak treninga

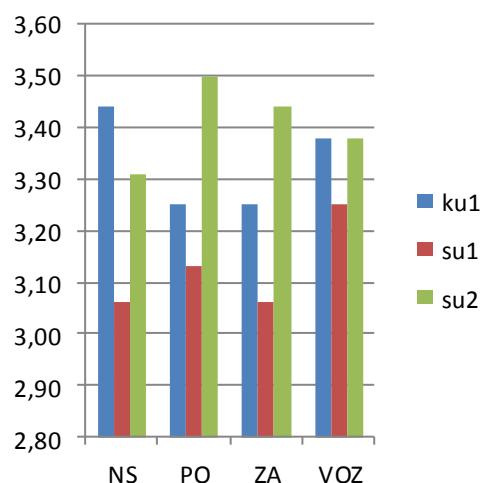


Slika 5. Dijagram postignuća učenika nakon treninga za zavarivanje kutnog i sučeljenog spoja u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

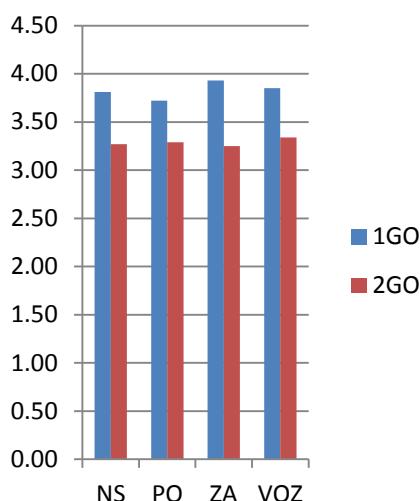
Rezultati postignuća učenika ostvareni na stvarnim uređajima za zavarivanje



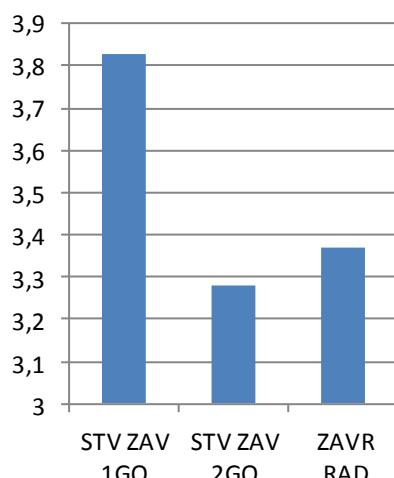
Slika 6. Dijagram postignuća učenika nakon treninga na stvarnim uređajima nakon uvođenja VWTS – a u sustav interaktivnog treninga (1 godina obrazovanja)



Slika 7. Dijagram postignuća učenika nakon treninga na stvarnim uređajima bez uvođenja VWTS – a u sustav treninga (2 godina obrazovanja)



Slika 8. Dijagram usporedbe postignuća učenika nakon treninga na stvarnim uređajima u prvoj i drugoj godini obrazovanja

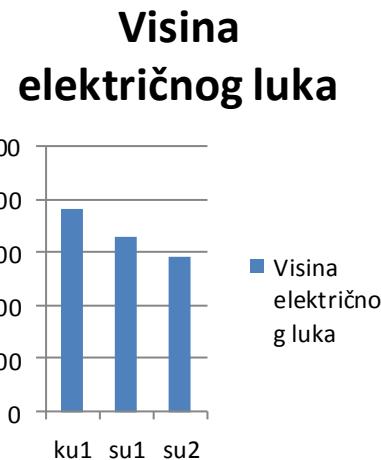


Slika 9. Dijagram usporebe postignuća učenika nakon treninga na stvarnim uređajima u prvoj i drugoj godini obrazovanja te praktičnog dijela završnog rada

Rezultati postignuća profesionalnih zavarivača ostvarenih VWTS - om

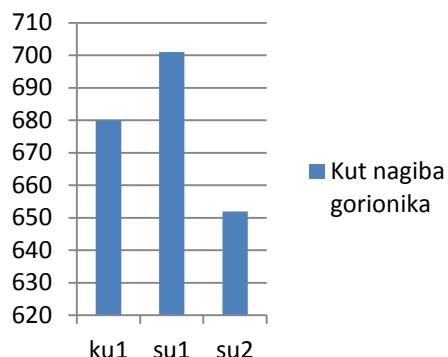


Slika 10. Dijagram postignuća točne visine električnog luka za kutni i sučeljeni spoj u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje



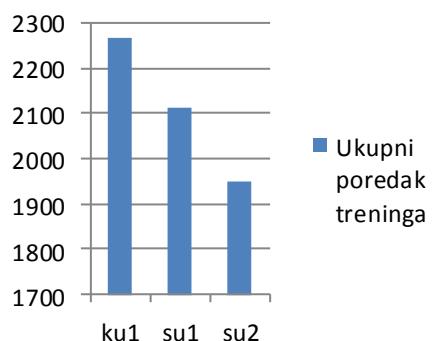
Slika 11. Dijagram postignuća točne visine električnog luka za kutni i sučeljeni spoj u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

Kut nagiba gorionika

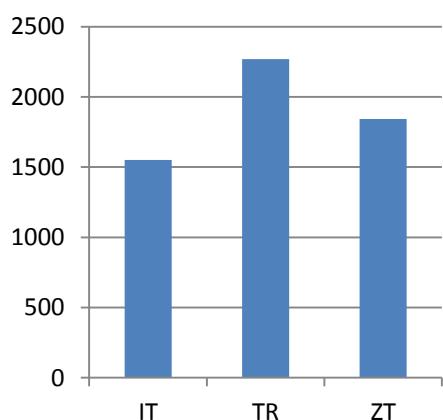


Slika 12. Dijagram postignuća pravilnog kuta nagiba gorionika za zavarivanje kutnog i sučeljenog spoja u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje

Ukupni poredak treninga



Slika 13. Dijagram postignuća nakon treninga za zavarivanje kutnog i sučeljenog spoja u horizontalnom položaju za jednoslojno i dvoslojno zavarivanje



Slika 14. Dijagram usporedbe postignuća inicijalnog testiranja (IT), treninga (TR) i završnog testiranja (ZT) profesionalnih zavarivača

5. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja koji se odnose na postignuća učenika ostvarena VWTS – om nedvojbeno dokazuju napredak u usvajanju i primjeni zavarivačkih kompetencija tijekom interaktivnog treninga.

Primjena ovih kompetencija u uvjetima stvarnog zavarivanja, predstavljena rezultatima istraživanja postignuća učenika ostvarenim na stvarnim uređajima za zavarivanje, pokazuje višu razinu zavarivačkih kompetencija kod učenika koji su prošli interaktivni trening u prvoj godini obrazovanja, nego kod istih učenika u drugoj godini obrazovanja kada se trening odvijao samo na stvarnim uređajima za zavarivanje. Tehnika rada, izražena kroz brzinu zavarivanja, razmak elektrodne žice i radnog komada te kut nagiba gorionika, neusporedivo je bolja kod učenika koji su prošli interaktivni trening. I ne samo to, naknadno testiranje, nakon istraživanja, svih učenika na VWTS – u pokazala je da bi učenici koji su cijeli trening prošli na stvarnim uređajima za zavarivanje, morali još proći korektivni trening tehnike zavarivanja kako bi dostigli postignute kompetencije učenika iz sustava interaktivnog treninga.

Rezultati istraživanja postignuća profesionalnih zavarivača, također pokazuju napredak u usvajanju zavarivačkih kompetencija tijekom treninga na VWTS – u u odnosu na početno, incijalno stanje. Konačni rezultat usporedbe razine zavarivačkih kompetencija ukazuje na 20% poboljšanje razine zavarivačkih kompetencija nakon trodnevног treninga. Ovu razinu kompetencija zavarivači zadržavaju još minimalno 6 mjeseci poslije treninga.

Iz svega navedenog zaključujemo kako interaktivni trening i primjena VWTS –a u u obuci zavarivača omogućavaju postizanje više razine zavarivačkih kompetencija, a time i kvalitetnih zavarivača.

6. LITERATURA

- [1] J.Kreindl,T.Tucman, M.Szügyi, Ž.Habek
„Welding procedures training on a virtual welding simulator – first results“, Conference Proceedings Pages 61-68, The 6th International scientific – professional conference SBW 2011, HR-Slavonski Brod, 26 – 28 October 2011,
- [2] G. Adelsberger, J. Antunović, Ž. Habek
„Welder training - a new approach“ Conference Proceedings Pages 131-139, The 6th International scientific – professional conference SBW 2011, HR-Slavonski Brod, 26 – 28 October 2011,
- [3] M. Szügyi, Ž. Habek
„Research into the influence of virtual simulator usage on welder training“, Proceedings Pages 531-540, 8th European Conference-Pula, EUROJOIN 8, Croatia, May 24 – 26, 2012.
- [4] S.Teeravarunyou, B. Poopatb
„Computer Based Welding Training System“, International Journal of Industrial Engineering, 16(2), 116-125, 2009.
- [5] Ch. Ahrens, S. Keitel
„Modern development in education and training for welding and testing“, Welding & Cutting; 2012, Issue 6, p365, October 2012.
- [6] Ch. Bailey
" Virtual Reality The Revolution in Welding Training" Lincoln Electric Company, May 2011.
- [7] M. Szügyi, Ž. Habek
„Influence of Virtual Welding Simulator Usage on Education,Training and Testing of Welders“ Technical Conference Welding Trainer „, The Future of Education“; Duisburg, September 2012.