

SARADNJA NAUKE I PRIVREDE KROZ REALIZACIJU INOVACIONIH
VAUČERABoris Agarski¹, Sebastijan Baloš², Đorđe Vukelić³, Miodrag Hadžistević⁴,
Mirjana Trivković⁵, Milan Pećanac⁶, Igor Budak⁷¹⁻⁷ Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija¹agarski@uns.ac.rs, ²sebab@uns.ac.rs, ³vukelic@uns.ac.rs, ⁴miodrags@uns.ac.rs, ⁵mirjana.trivkovic@uns.ac.rs,
⁶pecanac.milan@uns.ac.rs, ⁷budaki@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: Inovacioni vaučeri omogućavaju privrednim preduzećima finansijski podsticaj da unaprede svoje proizvode i postanu konkurentni na tržištu. Kroz inovacione vaučere, mala i srednja preduzeća mogu da reše tehničko-tehnološke probleme preko usluga naučnoistraživačkih organizacija. Naučnoistraživačke organizacije kroz inovacione vaučere pružaju transfer naučnih, tehnoloških i inovativnih usluga koje su nove za privredno preduzeće. U radu prikazana su dve studije uspešne realizacije saradnje naučnoistraživačke institucije, Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada, i privrednih preduzeća kroz inovacione vaučere. Prva studija ima za cilj unapređenje proizvoda primenom ocenjivanja životnog ciklusa i ekodizajna. Cilj druge dve studije je validacija inovativne tehnologije zavarivanja dinamo limova za elektromotore i vertogeneratore.

Ključne reči: inovacioni vaučeri, nauka, privreda, ocenjivanje životnog ciklusa, zavarivanje

COOPERATION OF SCIENCE AND BUSINESS THROUGH THE
IMPLEMENTATION OF INNOVATION VOUCHERS

Abstract: Innovation vouchers provide financial incentive for business enterprise to promote their products and become competitive in the market. Through innovation vouchers, small and medium-sized enterprises can solve technical and technological problems through the services of scientific and research organizations. Through innovation vouchers, scientific and research organizations provide the transfer of scientific, technological and innovative services that are new to a business enterprise. The paper presents two case studies of successful realization of cooperation between scientific research institution, Faculty of Technical Sciences from Novi Sad, and business enterprises through innovation vouchers. The first case study aims to improve the product by applying life cycle assessment and eco-design. Goal of the second case study is validation of innovative welding technology for electric motor and wind turbine dynamo sheets.

Key Words: innovation vouchers, science, business, life cycle assessment, welding

1. UVOD

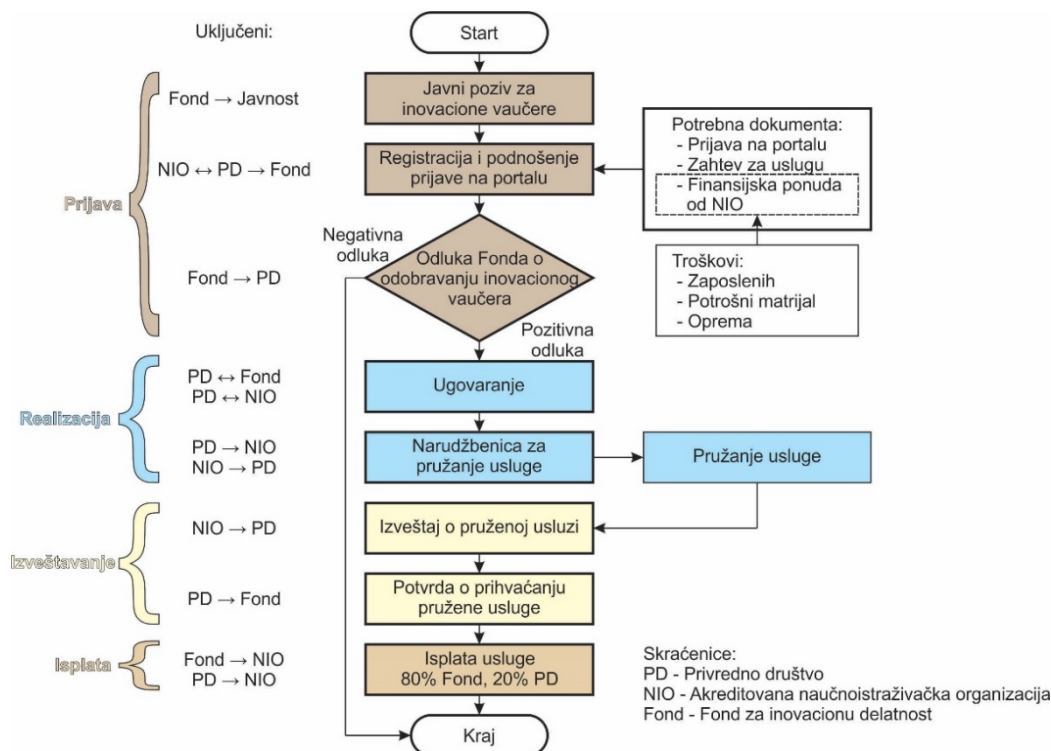
Inovacioni vaučeri su jedna od servisnih usluga Kancelarije za transfer tehnologije u okviru Programa transfera tehnologija. Dizajn i procedure za implementaciju Programa su pripremljene u okviru projekta „Podrška istraživanju, inovacijama i transferu tehnologije“, koji se finansira iz Pretpristupnih fondova Evropske Unije (IPA 2013), a njime administrira Svetska banka, dok su sredstva za realizaciju Programa obezbeđena iz budžeta Vlade Republike Srbije sa razdela Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja kroz „Projekat za unapređenje konkurentnosti i zapošljavanja“ (sporazum o zajmu Republike Srbije sa Svetskom bankom) [1].

U radu su prikazana dva primera uspešne realizacije saradnje kroz inovacione vaučere. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Departman za proizvodno mašinstvo, kao naučnoistraživačka institucija (NIO) pružio je usluge rešavanja tehničkog/tehnološkog problema za privredna društva (PD) OSMOR CO u prvom primeru i Proficut d.o.o. u drugom primeru. Nastavak rada je organizovan u sledećem redosledu: inovacioni vaučeri, studija slučaja 1: unapređenje proizvoda primenom ocenjivanja životnog ciklusa i ekodizajna, studija slučaja 2: validacija inovativne tehnologije zavarivanja dinamo limova za elektromotore i vertogeneratore u drugom primeru, i zaključci.

2. INOVACIONI VAUČERI

Kao što je ranije napomenuto, inovacioni vaučeri predstavljaju finansijski podsticaj koji omogućava malim i srednjim preduzećima da, koristeći usluge naučnoistraživačkog sektora, podignu nivo inovativnosti svojih proizvoda i postanu konkurentniji na tržištu [1]. Na slici 1 prikazana je blok šema prijave i realizacije inovacionog vaučera. PD podnosi prijavu na internet portalu Fonda za inovativnu delatnost (Fond) nakon objavljivanja javnog poziva. Pored osnovnih podataka prijave koji se unose na internet portalu, potrebno je da PD dostavi zahtev za uslugu i finansijsku ponudu NIO. Ukoliko je odobren inovacioni vaučer od strane Fonda započinje realizacija. Uspostavljanjem ugovora između PD i Fonda, kao i PD i NIO započinje realizacija inovacionog vaučera. Nakon što PD pošalje narudžbenicu NIO,

NIO može da započne pružanje usluge. U izveštavanju, NIO sastavlja izveštaj o pruženoj usluzi koji dostavlja PD. PD na internet portalu postavlja potvrdu o prihvatanju izvršene usluge nakon čega PD i Fond isplaćuju uslugu NIO.



Slika 1. Blok šema prijave i realizacije inovacionog vaučera

3. STUDIJA 1: UNAPREĐENJE PROIZVODA PRIMENOM OCENJIVANJA ŽIVOTNOG CIKLUSA I EKODIZAJNA

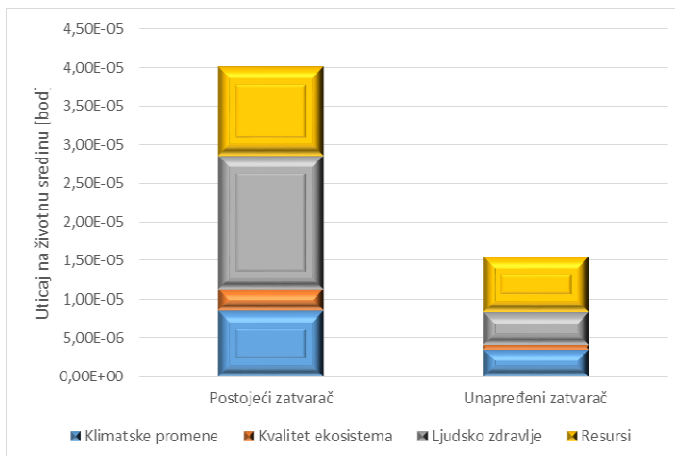
Tehnički problem koji se rešava u ovoj studiji jeste analiza uticaja postojećeg proizvoda na životnu sredinu primenom metode za ocenjivanje životnog ciklusa (engl. life cycle assessment - LCA) i redizajn pomenutog proizvoda primenom principa ekodizajna. Unapređenje postojećeg proizvoda zahteva detaljnu analizu koja obuhvata informacije iz celog životnog ciklusa proizvoda. Ocenjivanje životnog ciklusa u skladu sa standardima SRPS ISO 14040 [2] i SRPS ISO 14044 [3] pruža informacije o uticajima proizvoda na životnu sredinu tokom celog životnog ciklusa. Predmet unapređenja je više komponentni plastični zatvarač za boce pijaće vode od 19 litara, iz proizvodnog asortimana OSMOR CO doo iz Hajdukova.

Cilj i predmet studije je analiza procesa proizvodnje postojećeg i unapređenog procesa proizvodnje višekomponentnih plastičnih zatvarača koji imaju iste funkcionalne karakteristike (slika 2). Postojeći zatvarač se sastoji od pet delova: tela zatvarača, membrane-poklopca, međuzatvarača, prstenastog umetka od ekspaniranog polietilena i nalepnice (folije). Za razliku od postojećeg, unapređeni zatvarač nema membranu-poklopac i se sastoji od četiri dela: tela zatvarača, međuzatvarača, prstenastog umetka od ekspaniranog polietilena i nalepnice (folije). Pored membrane-poklopca, razlike između unapređenog i postojećeg procesa proizvodnje zatvarača su u tome da posmatrani procesi koriste drugačiji alat i mašinu za brizganje plastike, a razlika postoji i u masi tela zatvarača. Unapređeni proces proizvodnje koristi alat sa osam jezgara, a postojeći alat ima samo dva jezgra. Takođe, unapređeni zatvarač ima manju masu tela zatvarača. Funkcionalna jedinica na osnovu koje će se porediti dva analizirana procesa jeste jedan višekomponentni plastični zatvarač za flaše pijaće vode zapremine 19 litara. Granice ispitivanih sistema uključuju fazu proizvodnje plastičnih zatvarača gde spadaju i aktivnosti ekstrakcije materijala iz životne sredine, proizvodnja poluproizvoda, potrošnju pomoćnih materijala u proizvodnji i samu proizvodnju plastičnih zatvarača. S obzirom na to da oba zatvarača imaju identične delove kao što su međuzatvarač, nalepnica i prstenasti umetak od ekspaniranog polietilena, ovi delovi neće ulaziti u granice posmatranih sistema.

Pri sastavljanju inventara životnog ciklusa, sakupljeni su podaci materijalnih i energetskih tokova koji ulaze i izlaze iz posmatranih granica sistema za postojeći i unapređeni zatvarač. Ovi podaci su dobijeni u intervju sa proizvođačem zatvarača, OSMOR CO d.o.o. Na osnovu dobijenih informacija sastavljen je inventar za oba proizvodna procesa i tokovi materijala i energije su povezani sa aktivnostima iz Ekoinvent 3.4 baze podataka [4]. Ocenjivanje uticaja na životnu sredinu urađeno je metodom IMPACT 2002+ [5] koja omogućava rezultate među pozicijama i krajnjim pozicijama u mehanizmu zaštite životne sredine. Rezultati su prikazani u kategorijama uticaja krajnjih pozicija: klimatske promene, kvalitet ekosistema, ljudsko zdravlje i resursi (slika 3).



Slika 2. Postojeći (levi, rozi) i unapređeni (desni, plavi) plastični zatvarač



Slika 3. Rezultati ocenjivanja uticaja plastičnih zatvarača na životnu sredinu

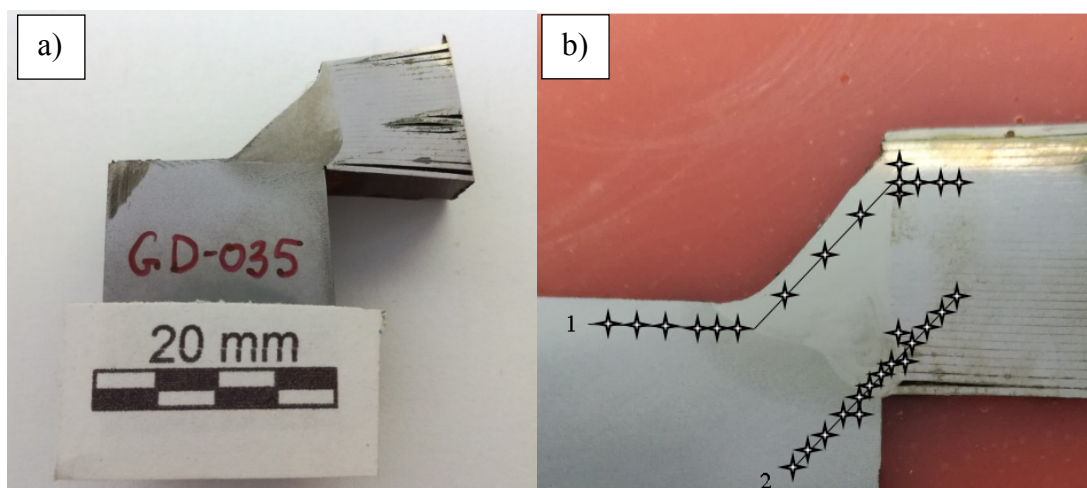
Rezultati kategorija uticaja krajnjih pozicija se izražavaju u bezdimenzionalnim jedinicama, bodovima, i međusobno su uporedivi. Sa slike 3 može se primetiti da po svim kategorijama uticaja postoji manji uticaj unapređenog zatvarača na životnu sredinu u odnosu na postojeći. Značajna smanjena uticaja na životnu sredinu unapređenog zatvarača postignuta su kod kategorija uticaja ljudsko zdravlje i klimatske promene. Kod postojećeg zatvarača dominantan je uticaj na ljudsko zdravlje, dok je kod unapređenog zatvarača najveći uticaj na potrošnju resursa.

4. STUDIJA 2: VALIDACIJA INOVATIVNE TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA DINAMO LIMOVA ZA ELEKTROMOTORE I VERTOGENERATORE

Tehnički problem koji se rešava ovim Inovacionim vaučerima vezan je za tehnologiju zavarivanja raznorodnih materijala, što je oduvek bio jedan od najvećih izazova u tehnologiji zavarivanja, a posebno se to odnosi na pakete dinamo limova. Dinamo limovi imaju debljinu od tipično 0,5 mm i jednom paketu ih ima u zavisnosti od konstrukcije, nekoliko desetina pa i stotina, te se prilikom zavarivanja javljaju brojni problemi, što zbog specifične geometrije, što zbog hemijskog sastava koji je za kupca nepoznat. Projektovanje tehnologije zavarivanja, u smislu određivanja parametara poput struje zavarivanja, napona, ugla gorionika, brzine zavarivanja, primene mera predostrožnosti, tipa dodatnog materijala i dr., je u tim uslovima znatno otežano i zahteva inovativnost u smislu primenjenih nestandardnih parametara i dodatnih materijala. Shodno tome, postoji potreba za laboratorijskim ispitivanjima zavarenih uzoraka dobijenih spajanjem paketa limova i konstrukcionog čelika kao nosača u cilju validacije tehnologije zavarivanja. Najveća opasnost koja može da se pojavi pri zavarivanju su prslina ili gasni uključci koji se smatraju greškom, odnosno nepravilnostima prema važećem standardu [6]. Pri zavarivanju paketa dinamo limova, postoji opasnost od pojave zazora između relativno tankih limova i mogućnosti da posredstvom istog dođe do prodora atmosferskih gasova u zonu metala šava. Posebno je važna činjenica da se pri MAG zavarivanju (metal active gas – zavarivanje u aktivnom zaštitnom gasu) zaštita obezbeđuje sa strane dotura dodatnog materijala, odnosno gorionika, te je zaštita sa korene strane, odnosno, bočne strane ograničena.

Za podršku inovativnim aktivnostima firme Proficut doo, u pogledu zavarivanja paketa dinamo limova sa konstrukcionim čelikom za potrebe industrijskih elektro motora (Inovacioni vaučer br. 550) vetrogeneratora (Inovacioni vaučer 553), potrebno je bilo ispitati hemijski sastav limova debljine 0,5 mm i metala šava, kao i geometriju zavarenog spoja s obzirom na broj dinamo limova i geometriju elementa od konstrukcionog čelika. Izvršeno je ispitivanje 12 zavarenih spojeva u pogledu makro izgleda, tvrdoće i moguće pojave nepravilnosti i grešaka u zavarenim spojevima. Posebna pažnja je poklonjena merenju tvrdoće za potvrdu da ne dolazi do zakaljivanja, kao važnog preduslova za pojavu prslina. Takođe, relativno mala debljina dinamo limova od svega 0,5 mm predstavlja značajnu prepreku za pravilno isecanje, brušenje, poliranje i precizno merenje tvrdoće za dobijanje validnih rezultata. Izvršeno je ispitivanje ukupno 24 zavarena spoja, od čega je 12 bilo za elemente industrijskih elektro motora, a 12 za verogeneratore.

Na slici 4 je prikazan tipičan primer dva zavarena spoja, gde se vidi makro prikaz sa karakterističnim zonama (osnovni materijal, zona uticaja toplote i metal šava). Na slici 4a je dat samo makro prikaz uzorka GD-035 (dinamo lim za vetrogeneratora), dok je na Slici 4b dat makro prikaz Uzorka 1 za industrijske elektro motore sa šemom merenja tvrdoće po Vikersu.



Slika 4. Makro prikazi: a) uzorka GD-035 za vetrogeneratore; b) Uzorka 1 za industrijske elektro motore sa šemom merenja tvrdoće

Ispitani uzorci su bili zavareni adekvatnim dodatnim materijalom, uobičajenim za niskougljenične čelike, odnosno, adekvatni za spajanje ovakvih raznorodnih materijala, uključujući dinamo limove. Rezultati hemijskog sastava potvrđuju ispravnost odluke o tipu dodatnog materijala, s obzirom na relativno nizak sadržaj ugljenika, koji je u najvećem broju slučajeva na nivou konstrukcionog čelika. Relativno mala debljina dinamo limova nije prepreka da se uspešno primeni tehnologija zavarivanja, ali može imati negativan uticaj na mogućnost merenja tvrdoće. S obzirom na hemijski sastav, sa vrlo malim udelom ugljenika u dinamo limovima, sasvim je jasno da pri zavarivanju ne dolazi do bitnijih faznih transformacija, koje bi mogle da utiču na značajnu promenu tvrdoće. Vrednosti tvrdoće su kod svih uzoraka ispod 300 HV10, što uz činjenicu da nisu zapažene greške poput prslina, gasnih uključaka ili uključaka u čvrstom stanju, znači da su svi uzorci zavareni u skladu sa standardom SRPS EN ISO 15614-

5. ZAKLJUČAK

U radu su prikazana dva uspešna primera, studije slučaja, saradnje nauke i privrede preko inovacionih vaučera. U prvoj studiji slučaja primenjene su metode ocenjivanja životnog ciklusa i ekodizajna u cilju unapređenja postojećeg proizvoda. Rezultati prve studije slučaja ukazuju na značajno smanjenje opterećenja životne sredine kod proizvodnog procesa novog proizvoda. Na kraju, identifikovana su kritična mesta u proizvodnom procesu i predložene su mere za unapređenje proizvodnje. U drugoj studiji slučaja, prikazana je metodologija validacije inovativne tehnologije zavarivanja paketa dinamo limova debljine 0,5 mm za konstrukcioni čelik za potrebe izrade industrijskih elektro motora i vetrogeneratora. Na osnovu svega, zaključeno je da je inovativna tehnologija zavarivanja adekvatna i da ne rezultuje pojavi nepravilnosti i grešaka.

Napomena: Rezultati prezentovani u ovom radu su realizovani u periodu od 2019. do 2020. godine u okviru Inovacionih vaučera broj 550, 553 i 577 Fonda za inovacionu delatnost Republike Srbije.

6. LITERATURA

- [1] Internet stranica <https://www.inovacionifond.rs/program/inovacioni-vauceri> (pristupljeno 20.12.2019.)
- [2] ISO 14040: *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. Switzerland, Geneva, 2006.
- [3] ISO 14044: *Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*. Switzerland, Geneva, 2006.
- [4] Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B.: *The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology*, The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] Vol. 21, No. 9, str. 1218–1230, 2016.
- [5] Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G., Robenbaum, R.K. *IMPACT 2002+: a new life cycle impact assessment methodology*, Int. J. Life Cycle Assess. 8, str. 324–330, 2003.
- [6] ISO 15614-1: *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys*, Switzerland, Geneva, 2017.