

PRIMENA SAVREMENIH NASTAVNIH SREDSTAVA I AKTIVNOSTI NA STUDIJSKOM PROGRAMU ELEKTROENERGETIKA – OBNOVLJIVI IZVORI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Dejan Reljić¹, Zoltan Čorba², Ivan Todorović³

^{1,2,3}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹reljic@uns.ac.rs, ²zobos@uns.ac.rs, ³ivan.todorovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U uslovima izražene konkurencije na tržištu rada postavlja se pitanje kakva je današnja uloga visokog obrazovanja. Tradicionalno, visoko školstvo je omogućavalo studentima sticanje klasičnog znanja čija se vrednost potom određivala na tržištu. Međutim, od obrazovnog sistema danas se očekuje mnogo više. Ključ za suočavanja sa stalnim promenama i zahtevima tržišta rada jeste u usvajanju novih znanja, ali i na njima zasnovanih veština i sposobnosti koje će se moći primeniti u različitim kontekstima. U ovom radu izložen je savremeni pristup nastavnom procesu na osnovnim strukovnim studijama Elektroenergetike – obnovljivi izvori električne energije, kao odgovor Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu na postavljene izazove modernog obrazovanja i tržišta rada. Predstavljen je koncept koji se uspešno sprovodi, kako kroz nastavne aktivnosti, tako i kroz dodatne sadržaje.

Ključne reči: Osnovne strukovne studije/Obnovljivi izvori električne energije/Nastavne aktivnosti

APPLICATION OF CONTEMPORARY TEACHING TOOLS AND ACTIVITIES ON THE STUDY PROGRAM OF POWER ENGINEERING – RENEWABLE SOURCES OF ELECTRICAL ENERGY

Abstract: The intensely competitive labor market raises the question: what is the role of higher education today? The traditional higher education has allowed students to acquire classical knowledge which has been valued through the labour market. However, a more effective vocational education system is required nowadays. The question facing universities is how to combine the best of education with advances in technology and new models of learning to effectively improve higher education for today's labor market. In this regard, this paper presents a contemporary approach of a teaching process at the Undergraduate Professional Studies – Renewable Sources of Electrical Energy. The concept is successfully implemented at the Faculty of Technical Sciences, both through teaching activities and additional contents.

Key Words: Undergraduate Professional Studies/Renewable Sources of Electrical Energy/Teaching activities

1. UVOD

Obrazovanje je društvena tekovina koja podstiče njegov dalji razvoj i opstanak. Razvoj obrazovanja i povezanost sa potrebama tržišta rada ključni su elementi za privredni rast i ekonomski napredak jedne zemlje. Upravo iz tog razloga se razvijena društva kreću u smeru ekonomije znanja.

U 19. veku i u prvoj polovini 20. veka na razvoj sistema obrazovanja uticali su procesi industrijalizacije i urbanizacije, koji su zahtevali viši nivo obrazovanja, sposobnosti i socijalizacije u odnosu na prethodno istorijsko razdoblje [1]. Međutim, ubrzani tehnološki razvoj i digitalna transformacija industrije vode ka značajnim promenama na tržištu rada, a time i u sistemu obrazovanja. Savremeno obrazovanje ne podrazumeva samo funkcionalnu pismenost, koja je svakako neophodna za život u industrijskom i postindustrijskom društvu, već i sticanje i unapređenje praktičnih znanja i veština. Posebno ulogu u ovom procesu ima visoko obrazovanje.

Tradicionalni koncept sistema visokog obrazovanja podrazumeva da se teorijska edukacija obavlja na visokoškolskim ustanovama, a praktična znanja (veštine) se stiču nakon završetka studija, na tržištu rada kod poslodavca. Ovakav pristup je svojstven industrijskoj epohi, ali je u velikoj meri i danas zastupljen u visokoobrazovnom sistemu. Međutim, svedoci smo promene paradigme u privrednim sistemima. U skladu sa aktuelnim zahtevima tržišta rada neophodno je prilagoditi visoko obrazovanje (prevedeno u oblasti tehničkih nauka) novom konceptu. Ključni pravac se odnosi na primene tehnoloških dostignuća i novih nastavnih metoda u nastavnom procesu. Na taj način bi se studentima omogućilo da efikasno usvoje potrebna znanja i steknu kompetencije koje će ih učiniti konkurentnijim na tržištima rada. Ovo je posebno važno za društva koja žele da zasnuju svoju ekonomiju na znanju.

Imajući na umu da je korisnik usluga visokog obrazovanja privreda, u ovom radu je izložen savremeni pristup nastavnom procesu na osnovnim strukovnim studijama Elektroenergetike – obnovljivi izvori električne energije na Fakultetu tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Posebna pažnja je posvećena primeni novih tehnologija.

2. OSNOVNE STRUKOVNE STUDIJE ELEKTROENERGETIKA – OIEE

Prema Zakonu o visokom obrazovanju [2], studije u Republici Srbiji podeljene su u dve grupe: akademske i strukovne. Osnovne strukovne studije Elektroenergetika – obnovljivi izvori električne energije (OIEE), koje se realizuju na Fakultetu tehničkih nauka, traju tri godine i vrede 180 ESPB bodova. Ovaj studijski program, u obrazovnom smislu, jeste nastao kao odgovor na ukazane potrebe tržišta rada, a realizuje se od školske 2010/2011. god. Studijski program omogućuje studentima da steknu osnovna znanja iz oblasti elektroenergetike i obnovljivih izvora električne energije. Završetkom ovih studija stiče se zvanje strukovni inženjer elektrotehnike i računarstva. Svršeni studenti postaju kompetentni da rešavaju stručne probleme iz oblasti elektroenergetike. Kompetencije uključuju razvoj sposobnosti inovativnog razmišljanja, sposobnosti razumevanja problema, nalaženja konkretnih rešenja u skladu sa primenjenom tehnologijom, primenu novih tehnologija, kao i unapređenje postojećih rešenja [3]. Ovakvom vrstom studija postiže se čvršća veza visokog školstva i privrede, ali i stiče konkurentnost visokog obrazovanja na globalnom nivou, što je svakako i jedan od principa Bolonjske deklaracije sa kojom su studije usaglašene.

Tokom dosadašnjeg trajanja studija postoji konstantno interesovanje za ovaj studijski program. Broj diplomiranih studenata strukovnih studija na studijskom programu OIEE prikazan je u tabeli 1. Ako se izuzmu početne godine, izneti podaci (tabela 1) ukazuju da godišnje diplomira približno 11 studenata. Nakon diplomiranja, svršeni studenti u relativno kratkom roku dobijaju posao u struci, uglavnom u kompanijama iz oblasti elektroenergetike i obnovljivih izvora, ali i u industrijskom sektoru i kompanijama koje pružaju tehničku podršku i vrše distribuciju proizvoda koji se koriste u oblasti automatizacije, energetike i industrije, u zemlji i inostranstvu. Ono što je važno istaći je da se svršeni studenti lako prilagođavaju radnom okruženju u kompanijama. Neretko, svršeni studenti osnivaju i svoje *start-up* firme. Osim toga, treba naglasiti da je stečena diploma priznata i u inostranstvu, gde su pojedini studenti nastavili sa studiranjem nakon završetka osnovnih strukovnih studija OIEE na Fakultetu tehničkih nauka.

Tabela 1 – Broj diplomiranih studenata na studijskom programu OIEE

Školska godina	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Broj dipl. studenata	3	1	13	9	13	9	10
Ukupno:	58						

Za realizaciju studijskog programa OIEE obezbeđeno je nastavno osoblje sa potrebnim stručnim i naučnim kvalifikacijama. Obezbeđeni su i svi drugi resursi koji su primereni karakteru studijskog programa i predviđenom broju studenata. Svi predmeti sa studijskog programa pokriveni su savremenom literaturom i učilima za normalno odvijanje nastavnog procesa. Međutim, kako bi se na pravi način odgovorilo na izazove i zahteve novog doba, neophodno je kontinuirano osavremenjivanje metoda izvođenja nastave, kao i osavremenjivanje sadržaja nastavnih predmeta, ali i uvođenje drugih aktivnosti u kojima će studenti aktivno učestvovati sa ciljem izgradnje znanja i sticanja neophodnih veština. Upravo ovakav pristup aktivno se primenjuje na studijskom programu OIEE.

3. NASTAVA NA STUDIJSKOM PROGRAMU ELEKTROENERGETIKA – OIEE

Studijski program Elektroenergetika – OIEE u obrazovnom smislu treba posmatrati kao studijski program nastao kao odgovor na ukazane potrebe tržišta rada. Spram tih potreba ustanovljen je i sadržaj studijskog programa. Struktura studijskog programa je takva da je opštih predmeta zastupljeno sa 15%, stručnih 40%, a stručno-aplikativnih sa 45% ESPB bodova. Takođe, obezbeđeno je da izborni predmeti budu zastupljeni sa najmanje 20% ESPB bodova. Uloga opštih predmeta je sticanje opštih kompetencija koje su u funkciji obavljanja stručne delatnosti. Kroz stručne i stručno-aplikativne predmete studenti dobijaju specifična znanja iz oblasti elektroenergetike, odnosno obnovljivih izvora električne energije. Kroz izborne predmete studenti se dodatno profilisu u skladu sa svojim željama. [3]. U nastavku rada opisan je koncept izvođenja nastavnih aktivnosti na grupi stručnih i stručno-aplikativnih predmeta, kao i detalji u vezi sa ostalim aktivnostima na studijskom programu.

A. KONCEPT NASTAVNIH AKTIVNOSTI

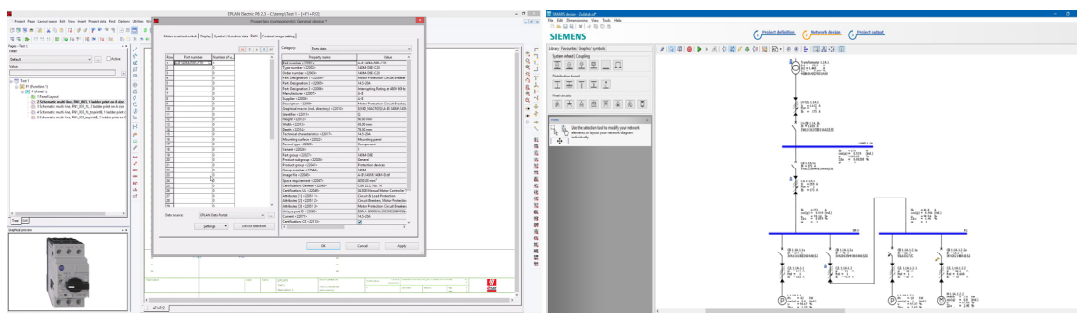
U skladu sa svetskim trendom razvoja elektroenergetike, kao ključne karike energetskeg sektora jedne države, nastava na studijskom programu OIEE ide u korak sa novim tendencijama u obrazovanju.

Na prvoj i drugoj godini, studija stručni i stručno-aplikativni predmeti fokusirani su na oblast elektroenergetike, energetske elektronike i električnih mašina [4], sa akcentom na industrijske pogone. Grupu predmeta sačinjavaju: Elektroenergetski sistemi, Softverski alati u elektroenergetici, Primena mikroprocesora u energetici, Električne mašine i uređaji, Laboratorija iz električnih mašina, Energetska elektronika, Napajanje industrijskih pogona, Elektromotorni pogoni i regulacija, Softverski alati u pogonima, Laboratorija iz industrijskih pogona i Industrijski protokoli i mreže.

Na trećoj godini studija nalazi se grupa predmeta čiji je fokus usmeren na korišćenje OIEE [4]. To su predmeti: Vetroelektrane, Solarne i hibridne elektrane, Male hidroelektrane, Laboratorija iz obnovljivih izvora električne energije i Priprema i konekcija obnovljivih izvora na mrežu. Osnovni ciljevi navedenih predmeta jesu sticanje uvida u energetske potencijale koje pružaju obnovljivi izvori energije, pre svega energija vetra, sunčeva energija i energija malih vodotokova, kao i tehnička rešenja za njihovo efikasno korišćenje u svrhu proizvodnje električne energije.

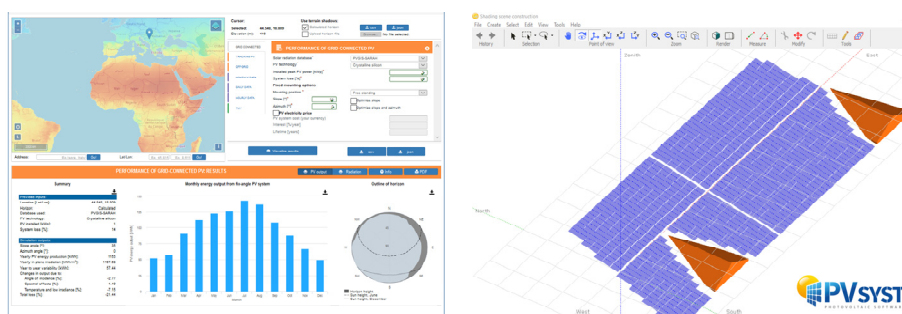
Kako bi se omogućila kvalitetna edukacija studenata, zastupljena su različita didaktička sredstva. Koncept nastavnih aktivnosti sastoji se od predavanja, auditornih vežbi, ali i obuke za korišćenje savremenih računarskih alata i laboratorijskih vežbi. Na predavanjima se studentima, putem računara i video projektor, u kombinaciji sa tablom i kredom, prezentuje aktuelno gradivo iz oblasti, pri čemu se uspostavlja interakcija sa studentima osmišljavanjem različitih primera u kojima studenti aktivno učestvuju u usvajanju znanja. U okviru auditornih vežbi izlažu se ilustrativni i praktični primeri koji prate nastavu sa predavanja i u službi su razumevanja gradiva.

U cilju savladavanja gradiva, ali i boljeg usvajanja znanja i sticanja neophodnih veština, studentima se prezentuju različiti softverski alati koji se koriste u oblasti projektovanja industrijskih sistema i sistema OIEE. Za izradu grafičke dokumentacije i kreiranje pratećih dokumenata projekata, studenti se obučavaju za rad u programskom paketu *EPLAN*, a za proračun niskonaponskih mreža koristi se slobodni softver *SIMARIS Design* (slika 1). Osim toga, koriste se i drugi slobodni softveri, kao što je program *DriveWindow* za dimenzionisanje elektromotornog pogona.



Slika 1. Izgled radnog okruženja programskih paketa EPLAN (levo) i SIMARIS Design (desno)

U oblasti projektovanja sistema OIEE studentima se prezentuje programski alat *PVGIS* (slika 2) koji se upotrebljava za procenu godišnje proizvodnje električne energije fotonaponske (FN) elektrane [5]. Za računarsko modelovanje FN sistema koristi se programski paket *PVSyst* (slika 2). Sem toga, u upotrebi su i druge interaktivne aplikacije, kao što je *HPP Design* za odabir elemenata male hidroelektrane. Studenti se potom osposobljavaju za korišćenje ovakvih softverskih alata, čime stiču znanja koja su neophodna za njihovu dalju primenu.



Slika 2. Ilustracija programskog paketa PVGIS (levo) i dispozicija FN panela u programskom paketu PVSyst (desno)

Dalje se studenti upoznaju sa savremenom mernom opremom, energetskim uređajima i maketama na kojima se izvode laboratorijske vežbe. Studenti se u laboratoriji za električne mašine i elektromotorne pogone upoznaju sa postupcima laboratorijskog ispitivanja električnih mašina, ali i sa osnovnim elementima savremenih elektromotornih pogona i njihovom praktičnom realizacijom (slika 3), što je od velike važnosti za njihovu buduću karijeru. Uz prethodnu proveru znanja, studenti sami izvode vežbe, uz stalan nadzor predmetnog asistenta i laboranta.



Slika 3. Deo postavki za samostalno izvođenje laboratorijskih vežbi

Laboratorijske vežbe na grupi predmeta iz OIEE su takođe važan deo nastavnog plana i programa. Cilj vežbi jeste da se izvrši praktična provera usvojenih teorijskih znanja na laboratorijskim modelima sistema OIEE (slika 4) i da se studenti osposobe za upotrebu savremene ispitne opreme. Studentima se pokazuju različiti senzori brzine

vetra, sunčevog zračenja i temperature. Vrš se njihova obuka u korišćenju termovizijske kamere. Sprovode se ispitivanja karakteristika FN panela, a nakon toga studenti vrše montažu noseće konstrukcije FN panela. Snimaju se parametri kvaliteta električne energije FN elektrane i proverava se njena funkcionalnost. Takođe, studenti obavljaju i ispitivanje karakteristika laboratorijskog modela vetrogeneratora. Na ovaj način, studenti se aktivno pripremaju da se nakon završetka studija jednostavno uključe na tržište rada.



Slika 4. Fotonaponska elektrana (levo), laboratorijski model vetrogeneratora (u sredini) i ilustracija postupka snimanja parametara kvaliteta električne energije upotrebom savremenog mernog uređaja (desno)

B. OSTALE AKTIVNOSTI NA STUDIJSKOM PROGRAMU ELEKTROENERGETIKA – OIEE

U cilju boljeg razumevanja oblasti koja se izučava na studijskom programu OIEE i sticanja dodatnih praktičnih znanja, tokom trajanja studija organizovane se mnogobrojne stručne ekskurzije. Studenti su posetili veliki broj industrijskih pogona, fabrika i elektroenergetskih objekata, među kojima se izdvajaju: fabrike za proizvodnju, remont i popravku električnih mašina (Elektroremont, ATB Sever), fabrika konditorskih proizvoda Pionir, fabrika vetrogeneratora Siemens, TE-TO Novi Sad, hidroelektrana Đerdap 1, mala hidroelektrana „Pod Gradom“, hidroelektrana na Trebišnjici, biogasno postrojenje „Pik Moravica“, fotonaponska elektrana „Sajan“, vetroparkovi „Kula“ i „Čibuk“ i dr. Studenti su imali priliku da uživo vide i da se upoznaju sa radom industrijskih pogona i objekata za proizvodnju električne energije. Predočene su im mogućnosti realizacije stručne prakse kao i brojne druge koje su im na raspolaganju nakon završetka studija. Takođe, akcentovana je i saradnja sa privrednim društvima i to kroz stipendiranje studenata, ali i kroz njihovu stručnu obuku u samim kompanijama, u zemlji i inostranstvu.

4. ZAKLJUČAK

Visoko obrazovanje mora biti spremno da uspešno odgovori na izazove savremenog doba i podmiri potrebe tržišta rada. Ključni pravac u ostvarivanju ovakvog cilja odnosi se na osavremenjivanje metoda izvođenja nastave, ali i uvođenje inovativnih nastavnih sadržaja.

Prateći ovakve zahteve, u ovom radu predstavljene su aktivnosti koje se sprovode na osnovnim strukovnim studijama studijskog programa Elektroenergetika – OIEE. U okviru nastavnog procesa akcenat je stavljen na usvajanje primenljivih znanja i sticanje praktičnih veština. Nastavnik se prilagođava potrebama studenata sa kojima uspostavlja aktivnu komunikaciju i učestvuje u osmišljavanju primera koji pomažu studentima u usvajanju znanja. Važan deo nastavnog sadržaja je svakako i primena savremenih softverskih alata. Studenti se obučavaju za njihovo korišćenje i stiču neophodne veštine koje su danas potrebne za obavljanje profesije. Konačno, na laboratorijskim vežbama studenti imaju priliku da samostalnim radom steknu i preko potrebna praktična znanja. Posebna pažnja posvećena je i stručnim ekskurzijama koje predstavljaju deo praktičnog obrazovanja. Sem toga, insistira se i na uspostavljanju saradnje sa privredom, kako kroz realizacije studentskih stručnih praksi, tako i kroz stipendiranja studenata.

Sve navedene aktivnosti čine jedinstven skup modernog visokoškolskog obrazovanja čiji je osnovni cilj da se studenti što više osposobe tokom trajanja studija i aktivno pripreme za uključivanje na tržište rada.

5. LITERATURA

- [1] Aleksandar M. Dejanović, *Novi trendovi u obrazovanju na putu ka ekonomiji znanja*, Okrugli sto: Unapređenje ljudskih potencijala u organizacionoj bezbednosti, Visoka škola modernog biznisa, Beograd, 2017.
- [2] *Zakon o visokom obrazovanju*, „Sl. glasnik RS“, br. 88/2017, 73/2018, 27/2018 - dr. zakon i 67/2019.
- [3] *Dokumentacija za akreditaciju studijskog programa: Elektroenergetika – obnovljivi izvori električne energije*, osnovne strukovne studije: <http://www.ftn.uns.ac.rs/1294832468>
- [4] Zoltan Čorba i dr., *Strukovne studije elektroenergetike – obnovljivi izvori električne energije i digitalizacija*, XXIV Skup Trendovi razvoja: *Digitalizacija visokog obrazovanja*, Kopaonik, 21. - 23. 02. 2018.
- [5] Nemanja Savić, Vladimir Katić, *Koncept nastavnih aktivnosti realizovan primenom različitih savremenih didaktičkih sredstava na studijskom programu čiste energetske tehnologije*, XXIII Skup Trendovi razvoja: *Položaj visokog obrazovanja i nauke u Srbiji*, Zlatibor, 22. - 24. 02. 2017.