

PROJEKTNI PRISTUP I PRIMENA DIGITALNIH TEHNOLOGIJA U NASTAVI NA FTN

Vladimir Katić¹, Aleksandar Stanisavljević², Zoltan Čorba³, Boris Dumnić⁴,
Zoran Ivanović⁵, Marko Vekić⁶, Dragan Milićević⁷, Bane Popadić⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹katav@uns.ac.rs, ²acas@uns.ac.rs, ³zobos@uns.ac.rs, ⁴dumnic@uns.ac.rs, ⁵zorani@uns.ac.rs, ⁶vekmar@uns.ac.rs,
⁷milicev@uns.ac.rs, ⁸banep@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U sklopu projekta „Primena digitalnih tehnologija u sistemima sa distribuiranim elektroenergetskim resursima (DITDER)“, izvršena je adaptacija organizacije nastave i obrazovnih aktivnosti na tri predmeta studijskog programa/modula master akademskih studija Energetika, elektronika i telekomunikacije. Karakteristika ovog pristupa je timski rad studenata uz intenzivnu primenu digitalnih tehnologija i savremenih softverskih alata. U radu je ukratko opisan ovaj inovativni pristup i njegov koncept. Takođe, predstavljena su ova tri predmeta, kao i način rada na njima u toku zimskog semestra 2018/19. godine. Dat je kratak prikaz projekata i njihove odbrane. Na kraju su predstavljeni rezultati studentskih anketa, kojima je dobijen odziv o uspešnosti ovakve organizacije rada na ovim predmetima. Mišljenja studenata iz anketa su analizirana i izvedeni su odgovarajući zaključci.

Ključne reči: projektni pristup nastavi, primena digitalnih tehnologija, analiza studentskih anketa

PROJECT APPROACH AND APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN TEACHING AT THE FTS

Abstract: Within the project "Application of digital technologies in distributed power systems (DITDER)", the organization of teaching and educational activities of three courses in the master study program/module Energy, Electronics and Telecommunications was adapted. The characteristic of this approach is the team work of students with the intensive application of digital technologies and modern software tools. This inventive approach, its objective, purpose and expected results are briefly described in the paper. Also, these three courses are presented, as well as the way they were conducted during the academic year 2018/19 winter semester. A summary of the completed projects and defense is given. In the end, the results of the students surveys were presented, as responses about the success of this type of course organization. The opinions of students from the survey were analyzed and conclusions were made.

Key words: project approach to teaching, application of digital technologies, analysis of student surveys

1. UVOD

Studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, kao i na većini inženjerskih fakulteta u Republici Srbiji, organizovane su na bolonjskom principu u strukturi 4+1+3, odnosno 4 godine (240 ESPB) osnovne akademske studije, jedna godina (60 ESPB) master akademske studije i 3 godine (180 ESPB) doktorske studije. Osnovne i master akademske studije i dalje dosta podsećaju na ranije (pred-bolonjske) diplomatske studije, koje su trajale 5 godina i završavale titulom diplomirani inženjer. U tom smislu i postojeći predmeti master studija koncipirani su najčešće na klasičan način i to u obliku teoretskih predavanja i vežbi na tabli. Međutim, studenti master studija su sve više zainteresovani za praktične, inženjerske aspekte, koji uključuju više projektnih zadataka, primenu savremenih softverskih alata, korišćenje naprednih digitalnih tehnologija (digitalnih simulatora u realnom vremenu, i sl.), eksperimentalnih ispitivanja i merenja na realnim sistemima, a koja doprinose sticanju aplikativnih iskustava i razvijaju istraživačke potencijale [1].

To je bila motivacija da se predloži inoviranje nastavnog plana grupe predmeta na studijskom programu master studija „Energetika, elektronika i telekomunikacije“ u sklopu studijskog modula (grupe) „Elektroenergetika - Distribuirani elektroenergetski resursi“. Radi se o grupi od tri predmeta, čiji tematika je vezana za oblast energetike, odnosno elektroenergetike, što je jedan od ključnih prioriteta i osnova razvoja Republike Srbije. Ova tri predmeta, od šest ukupno na studijskom modulu su „Obnovljivi izvori električne energije“, „Kvalitet električne energije“ i „Distribuirani elektroenergetski resursi“, s tim da se prva dva predaju i na drugim modulima ovog studijskog programa. Oni tematski obuhvataju primenu novih, „čistih“ i obnovljivih izvora električne energije u elektroenergetici, njihovu konstrukciju, rad, metode upravljanja, eksploatacije, optimizacije, lokalizacije u sistemu, vezivanje u postojeće realne distributivne sisteme i u buduće mikro-mreže i napredne „pametne“ mreže (*Smart Grids*), te interakciju sa sistemom, uticaj na kvalitet električne energije, pa i efekte poremećaja i kvarova u sistemu na njihov rad. Oni uključuju ostale nadolazeće nove tehnologije, kao što su sistemi za skladištenje električne

energije, sistemi bazirani na vodonično-električnoj tehnologiji, hibridni i baterijski električni automobili i autobusi i dr., te njihovu aktivnu ulogu u radu i regulaciji parametara sistema.

Ovaj novi pristup podrazumevao je promenu interne strukture ova tri predmeta i to na bazi projektnog principa, sa ciljem da se podstakne inovativni i samostalni rad studenata, šire koriste napredni softverski alati i dobiju praktična iskustva u realnim sistemima. Karakteristika ovog pristupa je timski rad studenata uz intenzivnu primenu digitalnih tehnologija grupisanih oko pojedinačnog, konkretnog projektnog zadatka, a sve vezano za opšti tematiku rada na predmetu/projektu. Cilj ovog rada je da prikaže ovaj pristup, kroz kratak uvid u projekte (semestralne radove), načine njihove pripreme, prezentacije i odbrane. Predstavljani su i rezultati studentskih anketa, kojima je dobijen odziv, odnosno mišljenje studenata o uspešnosti ovakve organizacije rada.

2. PROJEKTNI PRISTUP

Projektni pristup nastavi podrazumeva uvođenje projektnog zadatka kao ključnog elementa predmeta, za šta se studenti moraju prvo pripremiti (teorijska nastava i auditorne vežbe), zatim tehnički osposobiti (laboratorijske vežbe, obuka za upotrebu softverskih alata, mernih sistema i primenu mera bezbednosti na radu), pa obezbediti uslove za samostalni rad u malim timovima (računarska laboratorija sa instalacijama odgovarajućih softvera) i na kraju organizovati grupnu prezentaciju rezultata (projektni seminar). Inoviranje predmeta studijskog programa/modula zasnovano je na razvoju digitalnih kompetencija studenata i rešavanju projektnih zadataka u kompletnom digitalnom okruženju. Nastava na razmatranim predmetima je komponovana iz više segmenata prema zahtevima projektnog pristupa, a koji obuhvataju izučavanje teorijskih postavki i rešavanje problemskih zadataka, rešavanje projektnih zadataka kroz računarsko modelovanje i simulacije, te verifikaciju modela rezultatima praktičnih merenja na terenu, kao i obradu, analizu i prezentaciju rezultata na nastavnim seminarima uz izvođenje odgovarajućih zaključaka uzimajući u obzir savremenu praksu i odgovarajuće domaće i međunarodne standarde. U projektu su tretirana tri predmeta, „Obnovljivi izvori električne energije“ (OIEE), „Kvalitet električne energije“ (KVEE) i „Distribuirani elektroenergetski resursi“ (DER), koji će u nastavku biti ukratko opisani.

2.1. Predmet „Obnovljivi izvori električne energije“

Predmet „Obnovljivi izvori električne energije“ je izborni predmet na studijskom programu/modulu, pripada kategoriji naučno-stručnih predmeta, predaje se u zimskom semestru sa fondom časova 3+2 i nosi 5 ESPB. Inoviranje ovog predmeta urađeno je radi poboljšanja i upotpunjavanja postojećeg sadržaja, dobijanja kvalitetnijih ishoda učenja i uvođenja najmodernijih digitalnih tehnologija. Time su studenti stekli kvalitetnija znanja iz principa rada i eksploatacije raznih vrsta obnovljivih izvora električne energije, pre svega energije vetra, sunca, biomase, vode (male hidroelektrane) i geotermalne energije. Takođe, oni su bolje upoznati sa načinom rada, projektovanja, konstruisanja i tehnno-ekonomskim aspektima primene OIEE, kao i savremenim metodama njihovog matematičkog i računarskog modelovanja i simulacije, te korišćenja naprednih aplikativnih softverskih alata.

2.2. Predmet „Kvalitet električne energije“

Predmet „Kvalitet električne energije“ je obavezan predmet na studijskom programu/modulu, pripada kategoriji stručno-aplikativnih predmeta, predaje se u zimskom semestru sa fondom časova 3+2 i nosi 5 ESPB. U sklopu novog pristupa uvedene su novine zasnovane na savremenim iskustvima i primeni najmodernijih digitalnih tehnologija. Izvršeno je inoviranje postojećeg sadržaja radi dobijanja modernijih ishoda učenja vezanih za savremenu problematiku kvaliteta električne energije, što je jedan od ključnih faktora rada elektroprivrede u tržišnim uslovima. Time su studenti bolje osposobljeni da razumeju, analiziraju, projektuju i istražuju široku lepezu problema kvaliteta električne energije, kao i da steknu praktična iskustva u merenju, ocenjivanju, načinu prezentacije i primeni savremenih standarda.

2.3. Predmet „Distribuirani elektroenergetski resursi“

Predmet „Distribuirani elektroenergetski resursi“ je obavezan predmet na studijskom programu/modulu, pripada kategoriji naučno-stručnih predmeta, predaje se u zimskom semestru sa fondom časova od 3+2 i nosi 4 ESPB. Poboljšanja koje je doneo ovaj projekat se ogledaju u inoviranju postojećih lekcija, uvođenju novih sadržaja i primeni najmodernijih softverskih alata za ispitivanje interakcije distribuiranih izvora i mreže. Na taj način studenti su stekli kvalitetnija znanja iz principa rada i eksploatacije distribuiranih energetske resursa, kao novog tipa organizacije EES-a, kao i iz korišćenja profesionalnih aplikativnih softvera za analizu rada efekata prisustva distribuiranih resursa u mrežama, a posebno sa distributivnim test mrežama i mikro mrežama, odnosno stekli iskustva u njihovoj simulaciji i rešavanju različitih praktičnih situacija.

2.4. Digitalne kompetencije

U svim segmentima rada na pomenutim predmetima primenjeno je intenzivno korišćenje savremenih digitalnih tehnologija i softverskih alata počevši od osnovnih korisničkih softvera i formata (MS Office – Word, Excell, Power Point, PDF) za nastavne materijale, projektne izveštaje (semestralne radove), te klad tehnologije za razmenu svih potrebnih materijala, rezultata i međusobnu komunikaciju (Dropbox, e-pošta, web sajtovi i sl.). Za samu realizaciju

projekatnih zadataka, a u sklopu modelovanja pojedinih električnih sklopova zasnovanih na obnovljivim izvorima energije, simulacije ili emulacije njihovog rada u raznim realnim situacijama, u sklopu ovih predmeta studenti su osposobljeni za korišćenje specifičnih stručnih (profesionalnih) softverskih alata, kao što su Matlab/Simulink, PV GIS, PV Syst, Hybrid Optimization Model for Multiple Energy Resources (HOMER), System Advisor Model (SAM), Sunny Design, WASP, IEEE Test Grids, PQ Analyzer i dr. Ove veštine im mogu koristiti i kasnije u profesionalnoj karijeri, kao praktični softverski alati za rešavanje radnih zadataka. Takođe, u procesu realizacije predmetnog projektnog zadatka merenjem na terenu, primenjeni su profesionalni digitalni merni uređaji, koje su studenti programirali za merenje i monitoring niza parametara, te izvršili obradu rezultata u digitalnom obliku (rad sa digitalnim bazama podataka).

Sveukupno, studenti širokim korišćenjem raznih digitalnih tehnologija u realizaciji ovakve inovativne nastavne postavke su stekli stručne kompetencije nivoa visoke specijalnosti (*Highly Specialized Proficiency Level*) u skladu sa standardima evropskog Okvira digitalnih kompetencija [2].

3. PRIKAZ PROJEKATA

Za rad na projektnim zadacima studenti su bili grupisani u timove po 3-4 za predmet KVEE i DER, odnosno 6-7 za OIEE. Ukupno je urađen 21 projekat, a zbog ograničenog prostora, ovde će biti navedeni primeri tema samo nekoliko projekata: „Modelovanje FN elektrane FTN1“ i „Modelovanje male vetroelektrane“ iz predmeta OIEE, „Uticaj Računarskog centra na KVEE“ i „Stanje KVEE na sabirnicama Nastavnog bloka“ iz KVEE, odnosno „Ispitivanje uticaja različitih mesta jednopolnih kvarova u IEEE 13 mreži na DER pri različitim vremenskim prilikama (brzina vetra), temperaturi i radijaciji“ iz DER. Rezultati projekata prikazani su u tri seminara, koji su održani poslednje radne nedelje u semestru. Timovi su napravili *Power Point* prezentacije i u sažetom obliku prikazali ključne rezultate projekata. Na slici 1 prikazana je zajednička fotografija učesnika na kraju seminara iz OIEE u kom je učestvovalo preko 40 studenata, kao i detalj sa odbrane.



Slika 1 –Grupna fotografija učesnika seminara iz predmeta OIEE (levo) i detalj sa odbrane (desno).

4. OCENE STUDENATA

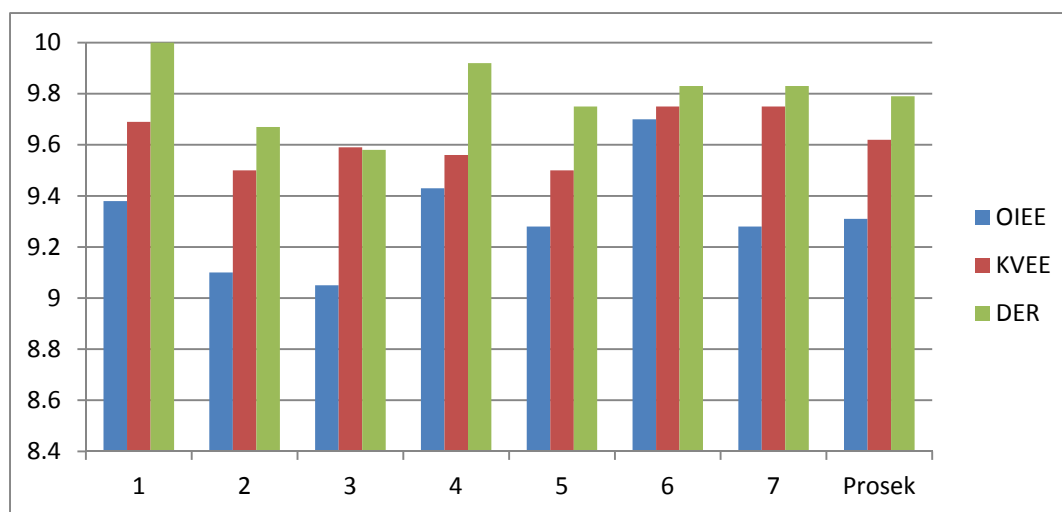
Na kraju seminara izvršeno je anketiranje studenata u cilju dobijanja njihovog mišljenja o uspešnosti ovako koncipiranog programa, kao i otkrivanju mogućnosti za dalja unapređenja. Pitanja su bila prilagođena pojedinim predmetima, ali su imala zajedničku osnovnu nit. Postavljeno je 7 tvrdnji i pitanja na koje su studenti trebali da numerički iskažu (od 5-10) stepen saglasnosti ili daju ocenu (tabela 1). Na slici 2 je dat prikaz prosečnih ocena po odgovorima. Može se videti da se prosečne ocene kreću od 9,3 do 9,8, što pokazuje da su studenti visoko ocenili inovacije i novi način rada. Od pojedinačnih ocena, može se primetiti da su najujednačenije ocene na pitanje 6, koje se odnosi na rad i zalaganje profesora i asistenta (između 9,7 i 9,83). Najveće razlike su u odgovorima na prvo i treće pitanje, naročito za OIEE. Slično je i za poslednje pitanje, gde se može zaključiti da je novi projektni pristup najbolje prihvaćen za KVEE i DER, dok je ocena za OIEE nešto niža, mada i dalje visoka (9,28). To ukazuje da je potrebno učiniti dodatne napore za dalja poboljšanja sadržaja i rada, posebno za OIEE.

5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen projektni pristup nastavi iz tri predmeta na Fakultetu tehničkih nauka. Novi način organizacije nastave je uspešno primenjen, studenti su ostvarili sve zacrtane zadatke i značajno unapredili svoje znanje i digitalne, softverske i praktične veštine. Visoko ocenivši sve segmente ovog pristupa, studenti su dali podsticaj da se predstavljeni koncept dalje usavršava i primenjuje u narednim školskim godinama.

Tabela 1 – Pregled tvrdnji/pitanja po predmetima za studentsku anketu

Broj tvrdnje/pitanja	Tvrdnje/pitanja ankete za OIEE	Tvrdnje/pitanja ankete za KVEE	Tvrdnje/pitanja ankete za DER
1	Predavanja, računske, računarske i laboratorijske vežbe su bila jasna i uspešno su vam prikazala problematiku i primenu obnovljivih izvora električne energije u širem okviru elektrotehnike.	Predavanja i računske vežbe su Vam pomogle da jasnije sagledate problematiku i oblast istraživanja tematike kvaliteta električne energije u širem okviru elektrotehnike.	Predavanja su bila jasna i interesantna.
2	Praktični i pripremni rad u laboratoriji Vam je dao solidne osnove za razumevanje praktičnih problema, pravilnu primenu digitalnih tehnologija i rad sa odgovarajućim softverskim alatima.	Pripremni praktični rad u laboratoriji Vam je dao solidne osnove za rukovanje savremenim mernim uređajima, primenu digitalnih tehnologija i odgovarajućih softverskih alata i tumačenja dobijenih rezultata.	Uputstva i predstavljanje novih digitalnih tehnologija su Vam pomogle da jasnije sagledate problematiku i oblast istraživanja tematike DER u širem okviru elektrotehnike.
3	Rad sa modernim softverskim alatima i digitalnim tehnologijama Vam je proširio znanja i omogućio da steknete odgovarajuća računarska i praktična iskustva korisna za budući rad.	Terenska merenja na konkretnom mernom mestu su Vam pokazala sveobuhvatnost mernih procedura, bezbednosne mere, kao i omogućila da steknete odgovarajuća praktična iskustva.	Pripreme i praktični rad u laboratoriji sa najnovijim softverskim alatima uz primenu digitalnih tehnologija su Vam dale solidne osnove za adekvatno tumačenje i razumevanje rada savremenih DER sistema.
4	Izrada i odbrana projektnog zadatka Vam je omogućila da u timskom radu sistematizujete i predstavite rezultate svojih istraživanja, primenjujući savremene softverske alate i digitalne tehnologije.	Izrada i odbrana projektnog zadatka Vam je omogućila da u timskom radu sistematizujete i predstavite rezultate istraživanja, kombinujući stečena znanja sa praktičnim rezultatima, a primenjujući savremene softverske alate i digitalne tehnologije.	Izrada i odbrana projektnog zadatka Vam je omogućila da u timskom radu sistematizujete i predstavite rezultate istraživanja, kombinujući stečena znanja sa praktičnim iskustvima.
5	Projektni pristup organizacije predmeta Vam je omogućio da jednostavnije i brže steknete potrebna teorijska i praktična znanja uz primenu softverskih alata i digitalnih tehnologija, te kvalitetnije sagledate i naučite kompletno gradivo predmeta.	Projektni pristup organizacije predmeta Vam je omogućio da jednostavnije i brže steknete potrebna teorijska i praktična znanja uz primenu softverskih alata i digitalnih tehnologija, te kvalitetnije sagledate i naučite kompletno gradivo predmeta.	Projektni pristup organizacije predmeta Vam je omogućio da jednostavnije i brže steknete potrebna teorijska i praktična znanja uz primenu digitalnih tehnologija, te kvalitetnije sagledate i naučite kompletno gradivo predmeta.
6	Kako ocenjujete rad i zalaganje profesora i asistenata na realizaciji projektnog pristupa organizacije predmeta?	Kako ocenjujete rad i zalaganje profesora i asistenata na realizaciji projektnog pristupa organizacije predmeta?	Kako ocenjujete rad i zalaganje profesora i asistenata na realizaciji projektnog pristupa organizacije predmeta?
7	Koliko ste ukupno zadovoljni ovakvim pristupom organizacije predmeta i svojim uspehom?	Koliko ste ukupno zadovoljni ovakvim pristupom organizacije predmeta i svojim uspehom?	Koliko ste ukupno zadovoljni ovakvim pristupom organizacije predmeta i svojim uspehom?



Slika 2 – Pregled studentskih ocena.

6. ZAHVALNICA

Ovaj rad je urađen u sklopu projekta „Primena digitalnih tehnologija u sistemima sa distribuiranim elektroenergetskim resursima (DITDER)“, broj 451-02-02695/2018-06 u okviru programske aktivnosti „Razvoj visokog obrazovanja“ finansiranim od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

7. LITERATURA

- [1] R. Doroslovački, D. Vilotić, V. Katić, I. Kovačević, D. Šešlija, S. Kolaković, Z. Konjović, „Efikasnost master akademskih studija na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu“, Edicija tehničke nauke – Monografije, broj 63, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2016.
- [2] S. Carretero, R. Vuorikari, Y. Punie, „The Digital Competence Framework for Citizens“, DigComp 2.1, JRC, 2017, [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_\(online\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106281/web-digcomp2.1pdf_(online).pdf).