

Iskustva u realizaciji projekata iz oblasti razvoja visokog obrazovanja na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu

Zoran Prijić, član ETRAN i Member, IEEE, Danijel Danković, član ETRAN i Member, IEEE, Aneta Prijić, član ETRAN i Member, IEEE, Vesna Paunović, član ETRAN i Member, IEEE, Emilija Živanović, član ETRAN i Member, IEEE, Marko Dimitrijević, član ETRAN i Member, IEEE i Dragan Mančić, član ETRAN i Member, IEEE

Apstrakt—Rad opisuje deo rezultata projekata koji su realizovani na Elektronskom fakultetu Univerziteta u Nišu u okviru programske aktivnosti „Razvoj visokog obrazovanja“, finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Projekti su realizovani u periodu 2018–2022. godina, na osnovnim i master akademskim studijama. Rezultati se odnose, kako na projekte koji su realizovani konkretno na modulima Elektronske komponente i mikrosistemi i Elektronika, tako i na one koji obuhvataju kompletne studijske programe. U radu su, pored motivacije, opisani ključni elementi uvedenih inovacija u nastavi, realizacije i praćenja napretka studenata. Dati su primeri inovacija u programima predmeta, kao i rezultati evaluacije od strane studenata, uz komentare i zaključke koji se na osnovu njih mogu izvesti.

KLjučne reči—Razvoj visokog obrazovanja; praktična nastava; digitalne kompetencije; elektronika; elektronske komponente i mikrosistemi.

I. UVOD

KREIRANJE nastavnih planova i programa na fakultetima u oblasti tehničko-tehnoloških nauka je proces koji zahteva balansiranje između teorijsko-metodoloških, naučno-stručnih i stručno-aplikativnih predmeta. S obzirom na brzinu razvoja i životni vek tehnologija u oblasti, za studijske programe elektrotehnike i računarstva potrebno je obezbediti aktuelnost sadržaja programa druge i treće grupe predmeta, što implicira njihovu kontinualnu modernizaciju.

Mere za modernizaciju studijskih programa u visokom obrazovanju predviđene su republičkim strateškim dokumentima [1], [2], a njihova operacionalizacija pratećim akcionim

planovima sa odgovarajućim aktivnostima. U periodu 2017–2022. godine Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (MPNTR) Republike Srbije sprovodilo je programsku aktivnost „Razvoj visokog obrazovanja“ (RVO). Tako je na godišnjem nivou, kroz javne konkurse, finansiran razvoj novih i inoviranje postojećih predmeta u okviru studijskih programa. Elektronski fakultet Univerziteta u Nišu (EF-UNI) je realizovao ukupno 19 projekata u okviru ove programske aktivnosti.

U periodu pre realizacije projekata EF-UNI je preduzeo niz aktivnosti koje su bile usmerene na izgradnju kapaciteta potrebnih kako za obezbeđenje dovoljnog broja prvoupisanih studenata, tako i za komfornu realizaciju nastave na svim nivoima studija. Detaljniji opis ovih aktivnosti, počevši od 2008. godine, može se naći u [3], a ovde će biti pomenuto da su najveći naponi uloženi u uspostavljanje saradnje sa srednjim školama u regionu, investicije u laboratorijsku opremu, kao i u organizaciju događaja vezanih za popularizaciju nauke i elektrotehničkog i računarskog inženjerstva. Nastavnici i saradnici EF-UNI realizovali su kraće kurseve za napredne učenike završnih razreda srednjih škola sa tematikom koja je uključivala popularne platforme otvorenog sadržaja/koda [4], [5], a osmišljen je i poseban jednosemestralni kurs iz oblasti praktične primene mikroelektronskih komponenta i kola, zasnovan na principu projektno orijentisane nastave [3]. Uspostavljeno je aktivno učešće u IEEE programima namenjenim studentima [6], [7], pri čemu treba istaći organizaciju međunarodne konferencije studentskih radova IEEEESTEC [8]. Nastavni programi stručno-aplikativnih predmeta su modifikovani tako da obuhvate više praktičnih primera. U skladu sa tim, korišćenjem pre svega sopstvenih prihoda, kao i drugih lokalnih izvora finansiranja unapređen je i deo laboratorijske opreme. Zbog svega toga je na EF-UNI postojao jak motiv za iskorišćenje potencijala RVO projekata.

EF-UNI je akreditovana visokoškolska ustanova koja izvodi nastavu na svim nivoima studija. Na osnovnim akademskim studijama (OAS) fakultet ima jedinstven studijski program Elektrotehnika i računarstvo, sa šest modula, pri čemu su prva dva semestra zajednička za sve module. Na master akademskim studijama (MAS) fakultet ima šest studijskih programa. Cilj ovog rada je da prikaže deo rezultata pet RVO projekata koji su realizovani na OAS i MAS, što je sumarno prikazano u Tabeli I.

Prva četiri projekta iz Tabele I realizovana su na višim go-

Svi autori su sa Univerziteta u Nišu, Elektronskog fakulteta u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija.

Zoran Prijić — (e-mail: zoran.prijic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0002-0443-7475>)

Danijel Danković — (e-mail: danijel.dankovic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0002-0214-2606>)

Aneta Prijić — (e-mail: aneta.prijic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0001-9094-7967>)

Vesna Paunović — (e-mail: vesna.paunovic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0002-6615-4673>)

Emilija Živanović — (e-mail: emilija.zivanovic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0001-9011-7111>)

Marko Dimitrijević — (e-mail: marko.dimitrijevic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0001-9032-9595>)

Dragan Mančić — (e-mail: dragan.mancic@elfak.ni.ac.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0001-9713-8337>)

Tabela I
OSNOVNE INFORMACIJE O REALIZOVANIM PROJEKTIMA.

Sk. godina	Naziv (Akronim)	Studije/Modul ili program (semestar)
2018/19.	Inoviranje programa predmeta „Projektovanje štampanih ploča“ uvođenjem koncepta upravljanja podacima (PCBPDM)	OAS/Elektronske komponente i mikrosistemi (VII)
2019/20.	Inoviranje programa predmeta „Digitalna mikroelektronika“ i „Integrirani mikrosistemi“ primenom koncepta projektne nastave (DIMIS)	OAS/Elektronske komponente i mikrosistemi (VI) MAS/Elektronika i mikrosistemi (I)
2019/20.	Elektronski fakultet – Elektronika (EFEL) – grupa predmeta	OAS/Elektronika (III–VI)
2020/21.	Modifikacija praktične nastave iz grupe predmeta na modulu Elektronske komponente i mikrosistemi (MOD2EKM)	OAS/Elektronske komponente i mikrosistemi (III–IV)
2021/22.	Zajednička nastavna laboratorija za grupu predmeta na studijskom programu Elektrotehnika i računarstvo (4EL)	OAS/zajednički (II)

dinamika studija, sa manjim grupama studenata. Iako ti projekti imaju tematske specifičnosti, oni dele i zajedničke ciljeve, pa su zbog toga zbirno opisani u sekciji II. Peti projekat je realizovan na prvoj godini studija koja je zajednička za sve studente. Uzimajući u obzir obuhvat, kao i činjenicu da su za njegovu pripremu i realizaciju korišćena iskustva iz prethodnih projekata, opis ovog projekta dat je u sekciji III. Uticaj projekata, kao i stečena iskustva sažeti su u sekciji IV.

II. PROJEKTI NA VIŠIM GODINAMA STUDIJA

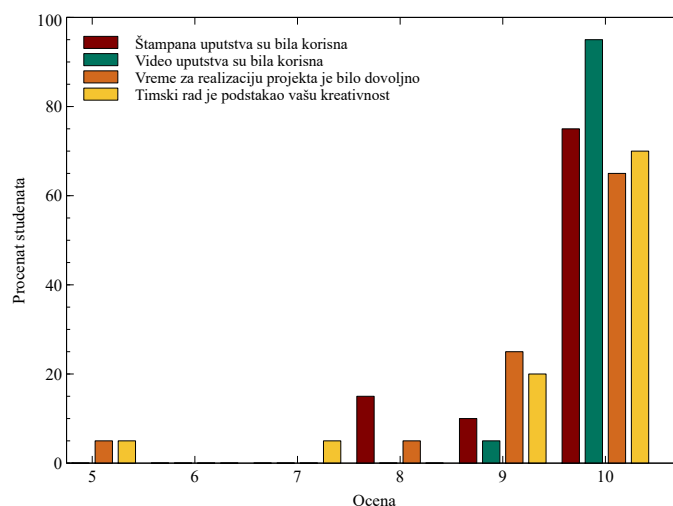
Za ovu grupu projekata karakteristično je da su bili usmereni na inovacije u programima postojećih predmeta na modulima studijskog programa, kao i da su realizovani sa grupama 20–40 studenata. Za sve projekte se kao zajednički ciljevi mogu nabrojati:

- 1) Povećanje i modernizacija kapaciteta za izvođenje praktične nastave u laboratorijama;
- 2) Povećanje upotrebe informacionih tehnologija u nastavi i procesu učenja;
- 3) Smanjenje disproporcije između teorijskih i praktičnih znanja studenata;
- 4) Povećanje kompetencija nastavnika i saradnika za izvođenje nastave.

Prvi od navedenih ciljeva je realizovan kroz nabavku savremene merno–akvizicione i računarske opreme u količinama dovoljnim za potpuno opremanje 5–6 radnih mesta po laboratoriji. Time je, uz instalaciju odgovarajućih softverskih paketa, ispunjen preduslov za realizaciju drugog cilja. Treći cilj ostvaren je prvenstveno kroz rebalans nastavne materije, bez dodatnog opterećenja studenata, uz korišćenje savremene laboratorijske opreme. Za ostvarivanje postavljenih ciljeva učenja korišćene su aktivne metode, uz zadržavanje tradicionalne trihotomije nastave (predavanja, računске vežbe, laboratorijske vežbe) u manjoj meri. Promena metodologije izvođenja nastave bila je značajna za ostvarenje četvrtog cilja.

Kod svih kurseva je, nakon prve polovine, kao i nakon polaganja ispita izvršena evaluacija od strane studenata. Rezultati dobijeni evaluacijom nakon prve polovine kursa korišćeni su u svrhu modifikovanja nastavnih jedinica i prilagođenja nastavnog materijala, a sve sa namerom da studenti što lakše savladaju inovirani nastavni plan i program. Evaluacija nakon polaganja ispita izvršena je po metodologiji Centra za obezbeđenje kvaliteta EF-UNI, kao i na osnovu namenskog upitnika MPNTR.

Projekat PCBPDM iz Tabele I predstavljao je inovaciju kursa iz oblasti projektovanja štampanih ploča na završnoj godini OAS. Sam kurs je konceptijski zasnovan na elektromehaničkom pristupu projektovanju [9], a inovacija se sastojala u korišćenju tehnologije upravljanja podacima (PDM — Product Data Management). Centralni ishod učenja specifičan za predmet je osposobljenost studenta za projektovanje elektronskih uređaja kolaborativnim korišćenjem programskih paketa za električno (ECAD) i mehaničko (MCAD) projektovanje sa funkcijama upravljanja podacima. Kao novina su u okviru kursa, pored štampanih, uvedena i video uputstva za izvođenje složenijih operacija u programima, npr. za pozicioniranje štampane ploče u kućište i prosecanje otvora za konektore, ili za uspostavljanje veza sa bazama dobavljača komponenata i ekstrakciju parametara neophodnih za tzv. listu materijala (BOM – Bill of Materials). Kurs se realizuje kroz projektnu nastavu, a ispit je u obliku timskog projekta, pri čemu tim čini 2–4 studenta. Tipično, približno polovina timova predlaže sopstvene projekte koji obuhvataju konstrukciju celog uređaja. Preostalim timovima projektni zadaci bivaju dodeljeni tako da obuhvataju proširenje ili modifikaciju uređaja koji je „poznat“, tj. obrađen tokom nastavnog procesa. Deo rezultata evaluacije od strane studenata koji se odnose na pripremu ispita dat je na Sl. 1. Uočljivo je da su studenti najpovoljnije ocenili uvođenje



Sl. 1. Rezultati evaluacije od strane studenata koji se odnose na pitanja vezana za pripremu projekta — ispita (ponuđena skala ocena: 1-10).

video uputstava, pa je u narednim školskim godinama izvršena dopuna nastavnog materijala. S druge strane, timski rad je

doprineo da studenti samouvereni pristupaju projektovanju „sopstvenih“ uređaja, pa i njihovoj praktičnoj realizaciji [10].

Rezultati evaluacije od strane studenata koji se odnose na upravljanje podacima dati su u Tabeli II.

Tabela II
REZULTATI EVALUACIJE OD STRANE STUDENATA KOJI SE ODOSE NA FUNKCIJE UPRAVLJANJA PODACIMA.

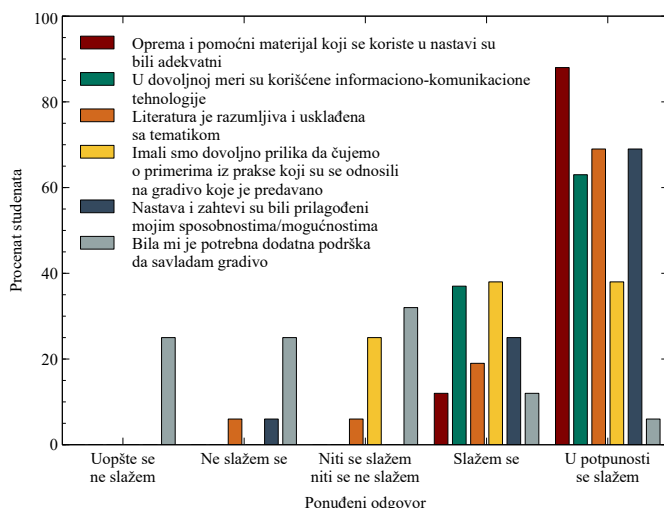
Pitanje	Koliko su Vam tokom izrade projekta pomogli alati za upravljanje podacima?				
Ponudeni odgovor	Nisu uopšte	Malo	Umereno	Prilično	Veoma
Procenat studenata	5	15	30	30	20

Ovde treba reći da je nivo osposobljenosti studenata kada su u pitanju digitalne kompetencije koje se odnose na saradnju i komunikaciju pre kursa bio precenjen. Naime, polazna pretpostavka je bila da su studenti kompetentni za rad sa mrežnim resursima i da im je poznat princip kolaborativnog rada, imajući u vidu rasprostranjenost platformi kao što su OneDrive, Google Drive, Dropbox i programskih paketa Office365, Google Docs, itd. Međutim, pokazalo se da studenti koriste ovakve platforme isključivo za razmenu datoteka, a ne i za kolaborativni rad. Takođe im je rad u lokalnim mrežama bio potpuna nepoznanica. Primera radi, ni jedan student nije znao kako da pristupi mrežnom resursu unutar grupe. Zbog toga je napredak kod dela studenata bio sporiji, tako da je približno 50% dostiglo nivo osposobljenosti koji je bio predviđen prijavom projekta.

Projekat DIMIS obuhvatao je inovacije u programima dva predmeta, jednog na OAS i drugog na MAS (Tabela I). Zajedničko za oba predmeta je bilo predviđanje prelaska na projekt-nu nastavu, na osnovu iskustava iz projekta PCBPDM. Kod predmeta „Digitalna mikroelektronika“ na OAS je koncept predviđao praktičnu realizaciju jednostavnijih funkcionalnih celina. Kao dodatnu novinu, projekat je predvideo uvođenje procesa detekcije i otklanjanja grešaka korišćenjem multifunkcionalnih laboratorijskih uređaja (npr. osciloskopa sa funkcijama generatora signala i logičkog analizatora). Kod predmeta „Integrirani mikrosistemi“ na MAS, kroz koncept projektne nastave predviđeno je da studenti praktično realizuju prototip mikrosistema, izvrše njegovo testiranje i predlože unapređene varijante. Pored toga, kao novina predviđeno je i da studenti za realizovani prototip kreiraju tehničku dokumentaciju.

Iz predmeta „Integrirani mikrosistemi“, sam završni deo ispita je zahtevao manje angažovanja u odnosu na predisipitne obaveze. S tim u vezi, značajan udeo u formiranju ocene su imale aktivnosti tokom realizacije projektne nastave i izrada posebno definisanih projektnih zadataka. Pored redovnosti prisustva nastavi (kod studenata MAS ovo predstavlja čest problem), vrednovane su uspešnost konfigurisanja integriranih hardverskih komponenata mikrosistema, kreiranje ugrađenog programskog koda i nivo samostalnosti pri radu sa razvojnim okruženjem. Kod ocenjivanja uspešnosti realizacije projektnih zadataka, pored funkcionalnosti realizovanog mikrosistema, vrednovan je kolaborativni rad u okviru tima, predložene modifikacije i unapređenja zadatog projekta, kao i nivo detaljnosti tehničke dokumentacije. Deo rezultata evaluacije od strane

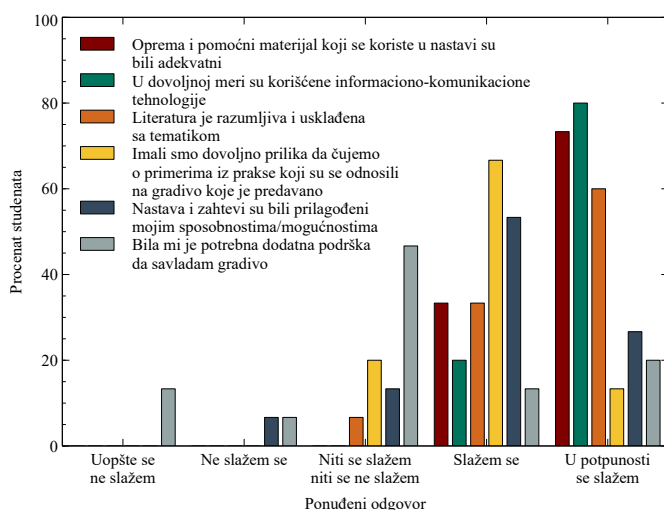
studenata prema upitniku MPNTR prikazan je na Sl. 2. Može



Sl. 2. Deo rezultata evaluacije od strane studenata prema upitniku MPNTR za predmet „Integrirani mikrosistemi“.

se uočiti da je oprema nabavljena u okviru projekta bila resurs koji je najbolje ocenjen od strane studenata. Istovremeno, za njeno korišćenje im je trebala dodatna podrška. Za razliku od projekta PCBPDM, za ovu podršku nisu bila dovoljna samo video uputstva, već je bio potreban i dodatni rad uživo, sa konkretnim uređajima.

Nastava iz predmeta „Digitalna mikroelektronika“ je najvećim delom morala da bude izvedena na daljinu. Zbog toga su se unapred pripremljena video uputstva, umesto pomoćne, odigrala značajno veću ulogu u pokušaju da se studentima objasni rad sa multifunkcionalnim mernim uređajima. Takođe, deo zadataka predviđenih da se realizuju praktično morao je da bude zamenjen simulacijama, što je intenziviralo upotrebu informaciono-komunikacionih tehnologija (Sl. 3). Radi pra-



Sl. 3. Deo rezultata evaluacije od strane studenata prema upitniku MPNTR za predmet „Digitalna mikroelektronika“.

ćenja napretka studenata, morali su biti formulisani testovi za rad na daljinu. Testovi su se razlikovali za svakog studenta (zadaci iz iste oblasti, ali sa značajnim modifikacijama) kako

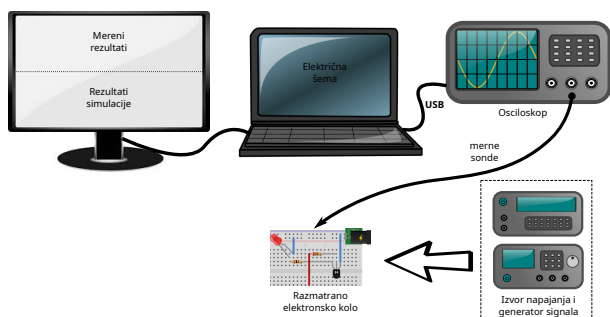
bi se izbegao grupni rad. Korišćenjem simulatora svaki student mogao je da proveriti rezultat pojedinačnog zadatka u testovima. Testovi su tako koncipirani da je ocenjivano razumevanje rada odgovarajućeg digitalnog kola, a ne prosto prikazivanje odziva kola na odgovarajuću pobudu. Vreme za izradu testova je bilo dovoljno samo ako su studenti savladali materiju ranije, ali ne i da je savladavaju tokom same izrade testa.

Projekti EFEL i MOD2EKM odnosili su se na inoviranje programa grupe predmeta (Tabela III) na modulima studijskog programa. Specifični cilj projekta EFEL je bio

Tabela III
PREDMETI I POZICIJE PO SEMESTRIMA ZA PROJEKTE EFEL I MOD2EKM
IZ TABELE I.

Projekat	Naziv predmeta	Semestar
EFEL	Osnovi elektronike	III
	Analogna elektronika	IV
	Analogna elektronska kola	V
	Virtuelni instrumenti	VI
MOD2EKM	Materijali za elektroniku	III
	Poluprovodničke komponente	IV
	Komponente za komunikacije	IV
	Osnovi optike	IV

povećanje efikasnosti učenja iz grupe predmeta koji se odnose na elektroniku, elektronska kola i sisteme primenom e-learning modela i računom podržanih alata. Slično, kod projekta MOD2EKM cilj je bio inovacija praktične nastave zasnovana na objedinjenoj simulaciji i eksperimentalnoj karakterizaciji mikroelektronskih komponenti i kola. U tom smislu je predložen koncept unificiranog radnog mesta za izvođenje laboratorijskih vežbi ilustrovan na Sl. 4. Centralni

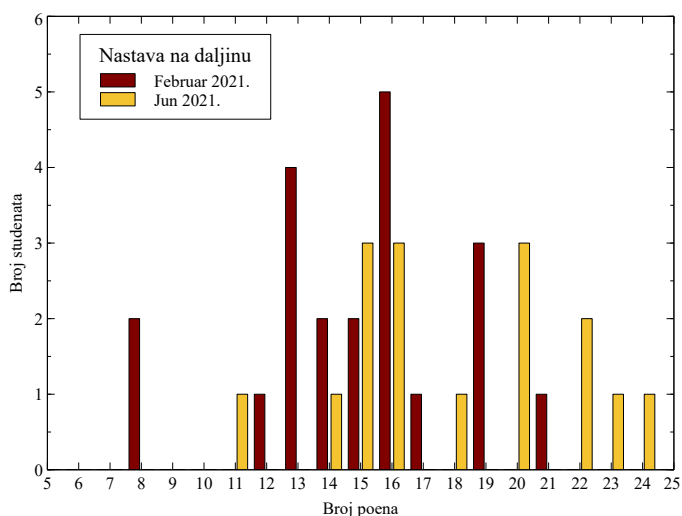


Sl. 4. Koncept unificiranog radnog mesta za izvođenje laboratorijskih vežbi.

deo čine prenosni računar i razmatrano elektronsko kolo koje dopunjuju eksterni monitor, izvori napajanja i merna oprema. Na računaru se sastavlja električna šema, pokreće simulacija, konfiguriše i pokreće akvizicioni softver i analizira tehnička dokumentacija u elektronskom obliku. Na eksternom monitoru se paralelno prikazuju i pored rezultati simulacije i rezultati merenja prikupljeni akvizicionim softverom. Kolo se fizički povezuje na prototipnoj ploči, bez korišćenja unapred pripremljenih maketa. Nastojalo se da laboratorijsko radno mesto što približnije odgovara radnom mestu inženjera u okviru tehnološko-razvojnih kompanija. Radi provere predloženog koncepta, pre prijave projekta među studentima druge i treće godine OAS koji su obuhvaćene predmete odslušali i položili urađena je anketa. Na pitanje: „Da li smatrate da bi realizacija

dela praktične nastave na predmetima sa druge godine studija u okviru ovakvog radnog okruženja bila podsticajna za studente?“ 100% studenata odgovorilo je da se u potpunosti slaže.

Zbog nametnutih okolnosti, nastava je morala biti izvedena na daljinu. Rezultati evaluacije od strane studenata su slični onima sa Sl. 2 i Sl. 3. Za procenu stečenih nivoa kompetencija u prvoj godini studija i nivoa postignuća tokom semestra, studenti su radili ulazni i izlazni test na početku i kraju semestra. Oba testa su bila identična i sadržala su 25 pitanja na zaokruživanje vezana za osnovne pojmove, rad i primenu elektronskih komponenti. Testovi nisu uticali na ocenu na ispitu. Raspodela broja studenata prema broju tačnih odgovora na ulaznom (februar 2021.) i izlaznom (jun 2021.) testu iz predmeta „Poluprovodničke komponente“ prikazana je na Sl. 5. Međutim, naredne školske godine je nastava izvedena

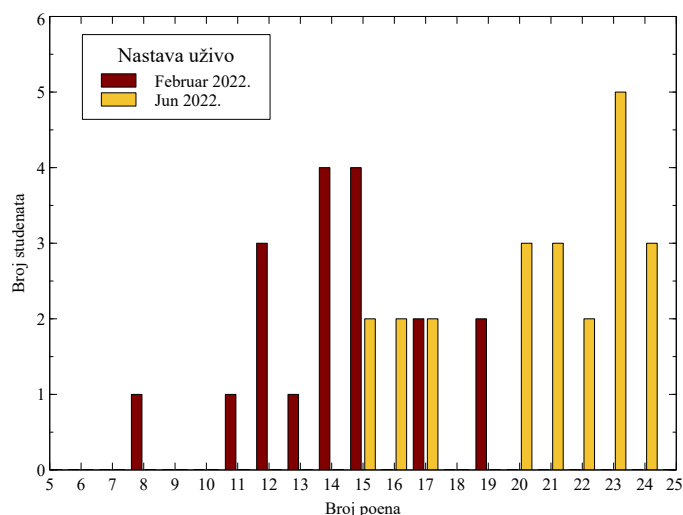


Sl. 5. Raspodela broja studenata prema broju tačnih odgovora na ulaznom (februar 2021.) i izlaznom (jun 2021.) testu iz predmeta „Poluprovodničke komponente“. Nastava je izvedena na daljinu.

uživo, a dobijena raspodela je prikazana na Sl. 6. Bez obzira na razliku u broju studenata, poređenjem Sl. 5 i Sl. 6 nameće se zaključak da je nastava uživo dala znatno bolje rezultate. Najveći uticaj na to imale su laboratorijske vežbe urađene uživo prema opisanom konceptu, na kojima su studenti stekli praktično iskustvo.

III. PROJEKAT NA PRVOJ GODINI STUDIJA

Projekat 4EL iz Tabele I je obuhvatio grupu predmeta sa prve godine OAS: „Osnovi elektrotehnike 1“, „Osnovi elektrotehnike 2“, „Elektronske komponente“ i „Uvod u elektroniku“, od kojih je prvi pozicioniran u I, a preostala tri u II semestru. U odnosu na prethodne, projekat 4EL se značajno razlikuje, najpre po obimu jer je izveden sa 480 studenata, odnosno 24 grupe od po 20 studenata. Takođe, projekat se razlikuje i po motivaciji, koja proizilazi iz analiza podataka EF-UNI u periodu 2017–2020. godine koji se odnose na uspeh studenata na prvoj godini studija. Kao glavni nedostatak uočava se činjenica da studenti, primenjujući uglavnom metodologiju rada nasleđenu iz srednje škole, predmete čiji su programi komplementarni vide kao nepovezane celine, a ova percepcija



Sl. 6. Raspodela broja studenata prema broju tačnih odgovora na ulaznom (februar 2022.) i izlaznom (jun 2022.) testu iz predmeta „Poluprovodničke komponente“. Nastava je izvođena uživo.

se proteže čak i na oblike nastave u okviru jednog predmeta [3]. Pored toga, studenti su skloni da nastavnu materiju posmatraju kao skup jednačina i teže prepoznaju njenu upotrebnost vrednost. Kombinacija primera iz prakse na predavanjima i laboratorijskih vežbi doprinosi ublažavanju ovog problema. Zbog toga je projekat predvideo vežbe u okviru zajedničke laboratorije, čime studenti dobijaju mogućnost povezivanja stečenih znanja iz grupe predmeta kroz praktičan rad. Studenti bi realizovali vežbe uz pomoć računarski vođenih laboratorijskih instrumenata i, opcionalno, dobijene rezultate organizovali i prikazivali u digitalnoj formi. Na osnovu iskustava sa prethodnih projekata kreirana su radna mesta prema konceptu sa Sl. 4. Razlika u odnosu na više godine studija je u tome što studenti izvođe vežbe na maketama, kao što je prikazano na Sl. 7, umesto na prototipnim pločama. Pripremljena su nova



Sl. 7. Radno mesto opremljeno prema konceptu sa Sl. 4 za projekat 4EL.

i ažurirana postojeća uputstva za izvođenje vežbi, kao i za prezentaciju rezultata.

Neke od pretpostavki koje su se odnosile na rezultate projekta bile su, između ostalog, definisane stručnim kompetencijama studenata stečenim tokom prethodnog školovanja. S obzirom na nedostatak pouzdanog izvora verifikacije o ovim kompetencijama, pre početka ciklusa laboratorijskih vežbi je urađena ulazna anketa o prethodnim iskustvima u laboratorijskom radu sa mernim instrumentima, kao i sa programima

Tabela IV
REZULTATI ULAZNE ANKETE ZA PROJEKAT 4EL.

Da (%)	Pitanje	Ne (%)
33	Da li ste imali iskustva u radu sa laboratorijskom opremom (osciloskopi, signal generatori, multimetri)?	67
9	Ako ste imali iskustva u radu sa laboratorijskom opremom, da li je ona bila vođena računarom?	91
11	Da li ste imali iskustva sa obradom rezultata merenja pomoću računara?	89

za obradu podataka (Tabela IV). Raspodela odgovora na prvo pitanje odgovara strukturi studenata koji upisuju EF-UNI (2/3 dolaze iz gimnazija, a 1/3 iz srednjih stručnih škola). S obzirom da su učenici srednjih stručnih škola, od kojih je većina elektrotehničke struke, imali više predmeta koji su uključivali praktičnu nastavu sa laboratorijskim vežbama, imali su i priliku da rade sa osnovnim mernim instrumentima. Međutim, raspodela odgovora na drugo pitanje ukazuje na to da je vrlo mali broj njih imao iskustva sa digitalnim mernim uređajima koji su računarski vođeni. S druge strane, raspodela odgovora na treće pitanje ukazuje na to da su digitalne kompetencije studenata koje se odnose na prikupljanje, skladištenje i obradu podataka na računaru na niskom nivou. Ova konstatacija odnosi se i na studente koji su došli iz gimnazija jer su i oni tokom školovanja realizovali laboratorijske vežbe iz pojedinih predmeta (fizika, hemija), koje su uključivale određena merenja i obradu rezultata. Manja grupa ovih studenata je iskustvo u srednjoj školi stekla u okviru vannastavnih aktivnosti, tipično u okviru kurseva i radionica vezanih za popularne elektronske platforme [4], [5].

Nakon realizovanih laboratorijskih vežbi urađena je izlazna anketa koja se odnosila na uvedene inovacije, a čiji su rezultati zbirno prikazani u Tabeli V. Očigledno je da je približno

Tabela V
REZULTATI EVALUACIJE OD STRANE STUDENATA KOJI SE ODNOSI NA RAD SA LABORATORIJSKOM OPREMOM.

Pitanje	U kojoj meri Vam je rad sa novom laboratorijskom opremom pomogao u svladavanju gradiva?				
Ponudjeni odgovor	Nimalo	Malo	Delimično	Dosta	Značajno
Procenat studenata	0,6	2,3	8,7	31,8	56,6
Pitanje	Da li smatrate da je rad sa softverskim alatima bio od koristi?				
Ponudjeni odgovor	Malo	Delimično	Dosta		
Procenat studenata	8,4	27,3	64,3		

90% studenata bilo zadovoljno zbog toga što je koristilo novu laboratorijsku opremu, što je jedan od očekivanih rezultata projekta. Takođe, oko dve trećine studenata je smatralo da im je rad sa softverskim paketima za merenje i akviziciju rezultata bio od koristi. Ovo se može smatrati značajnim napretkom, imajući u vidu rezultate ulazne ankete (raspodela odgovora na drugo pitanje iz Tabele IV).

Pored toga, urađena je i analiza korišćenja softverskih paketa za grafički prikaz rezultata merenja, odnosno obradu podataka, u okviru izveštaja sa urađenih laboratorijskih vežbi.

U ovom slučaju je korišćenje programa za obradu podataka studentima ostavljeno kao opcija, odnosno mogli su da izaberu da li će grafike crtati ručno, na milimetarskom papiru, ili na računaru. Podatke je na računaru obradilo 24% studenata. Ovaj procenat je zadovoljavajući, s obzirom da se gotovo 90% studenata po prvi put srelo sa ovakvom vrstom zadatka. Prilikom uvođenja opcije obrade rezultata merenja na računaru bilo je bojazni da će takav pristup studentima olakšati prepisivanje, odnosno da će se datoteke jednostavno kopirati. Međutim, do toga nije došlo, upravo iz razloga što su samo posvećeni studenti ponuđenu opciju shvatili više kao izazov i iskazali spremnost da nauče nešto novo.

Na kraju, treba istaći da se od školske 2021/22. godine laboratorijske vežbe izvode u novoizgrađenoj višenamenskoj lameli EF-UNI. Time su, pored opreme, dobijeni i prostorni kapaciteti (Sl. 8) za uspešnu realizaciju modifikovanih programa predmeta iz RVO projekata.



Sl. 8. Realizacija laboratorijskih vežbi korišćenjem opreme iz RVO projekata.

IV. ZAKLJUČAK

Realizovani RVO projekti su imali značajan pozitivan uticaj na kvalitet nastavnog procesa i doprineli ostvarenju većine programskih ciljeva MPNTR. Ideje za inoviranje programa predmeta uglavnom su došle kroz saradnju sa poslodavcima i kontakt sa diplomiranim studentima. Ovo se posebno odnosi na povećan udeo primera iz prakse u svim oblicima nastave. Kroz proces osmišljavanja prijave i realizacije projekata nastavnici i saradnici su unapredili kompetencije, a nastavni materijal je dopunjen i osavremenjen.

Bez obzira na sumativne ocene, formativno ocenjivanje studenata je pokazalo slabosti izvođenja nastave na daljinu. Kod nastave uživo, veličina grupe za laboratorijske vežbe (20 studenata, prema Standardima za akreditaciju visokoškolske ustanove) nije adekvatna za primenjenu metodologiju nastave; grupa bi trebalo da bude manja, idelano 10 studenata. Neke digitalne kompetencije studenata nisu na očekivano visokom nivou, posebno kada je u pitanju stvaranje sadržaja (npr. kreiranje tehničkih dijagrama) i saradnja i komunikacija.

Pozitivan uticaj projekti su imali i na razvoj stručnog i naučnog podmlatka, jer se oprema koristi i za istraživački rad studenata [11] i učenika srednjih škola koji pohađaju kurseve na fakultetu [3]. Za projekte na višim godinama studija važne

su i ekstrakurikularne aktivnosti, npr. predavanja stručnjaka iz privrede i posete kompanijama, što pomaže studentima u dobijanju plaćene stručne prakse i zapošljavanju.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju saradnicima sa katedri za Mikroelektroniku i Elektroniku Elektronskog fakulteta u Nišu na angažovanju prilikom realizacije projekata.

LITERATURA

- [1] "Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine," 2012, str. 93. [Online]. Dostupno: <https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2015/08/STRATEGIJA-OBRAZOVANJA.pdf>
- [2] "Strategija razvoja obrazovanja i vaspitanja u Republici Srbiji do 2030. godine," 2021. [Online]. Dostupno: https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2021/11/1-SROVRS-2030_MASTER_0402_V1.pdf
- [3] D. Danković, M. Marjanović, N. Mitrović, E. Živanović, M. Danković, A. Prijić, and Z. Prijić, "The importance of students' practical work in high schools for higher education in electronic engineering," *IEEE Trans. Educ.*, pp. 1–10, 2022.
- [4] Arduino – an open-source electronics platform. Accessed: Aug. 23, 2022. [Online]. Dostupno: <https://www.arduino.cc/>
- [5] Raspberry Pi. Raspberry Pi Foundation. Accessed: Aug. 23, 2022. [Online]. Dostupno: <https://www.raspberrypi.org/>
- [6] IEEE R8 Student Paper Contest. IEEE. Accessed: Aug. 23, 2022. [Online]. Dostupno: <https://ieeer8.org/category/student-activities/sa-spc/>
- [7] IEEEESTEC Student Projects Conference. University of Niš, Faculty of Electronic Engineering. Accessed: Aug. 23, 2022. [Online]. Dostupno: <http://ieee.elfak.ni.ac.rs/>
- [8] D. Danković, "2018 International Student's Projects Conference," *IEEE EDS Newsletter*, vol. 26, no. 2, p. 39, 2019.
- [9] D. Danković, Lj. Vračar, A. Prijić, and Z. Prijić, "An electromechanical approach to a printed circuit board design course," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 56, no. 4, pp. 470–477, Nov. 2013.
- [10] A. Jevtić, "Gajger-Milerov brojač sa bežičnom komunikacijom," Elektronski fakultet u Nišu, Diplomski rad, 2020, (Uredjaj u koautorstvu sa S. Ilićem i N. Djikićem). [Online]. Dostupno: http://apl.elfak.rs/pdf/Aleksandar_Jevtic-Graduated_work.pdf
- [11] N. Milenković, "Razvoj interaktivne aplikacije "blok igre" u okviru PSoc razvojnog okruženja," in *12th IEEEESTEC Student Projects Conference*, Niš, 2019, pp. 213–217. [Online]. Dostupno: <https://ieee.elfak.ni.ac.rs/wp-content/uploads/2021/03/2019.pdf>

ABSTRACT

The paper describes some results of the projects carried out at the Faculty of Electronic Engineering of the University of Niš within the program activity "Development of Higher Education" funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia. The projects were implemented in 2018–2022., in Bachelor's and Master's academic studies. The results refer to the projects realized specifically on the Electronic Components and Microsystems and Electronics modules and those covering the complete study programs. In addition to the motivation, the paper describes key elements of innovations in teaching, implementation, and student progress monitoring. Examples of innovations are shown, as well as the results of evaluation by students, along with the comments and drawn conclusions.

Experiences in the Implementation of Projects in the Field of Higher Education Development at the Faculty of Electronic Engineering, University of Niš

Zoran Prijić, Danijel Danković, Aneta Prijić, Vesna Paunović, Emilija Živanović, Marko Dimitrijević, Dragan Mančić