

DVADESET GODINA ISKUSTVA NA STUDIJSKOM PROGRAMU MEHATRONIKA NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U NOVOM SADU

Stevan Stankovski¹, Laslo Tarjan², Ivana Šenk³, Srđan Tegeltija⁴,
Gordana Ostojić⁵

^{1,2,3,4}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
¹stevan@uns.ac.rs, ²laci@uns.ac.rs, ³ivanas@uns.ac.rs, ⁴srkit@uns.ac.rs, ⁵goca@uns.ac.rs,

Kratak sadržaj: Upisom prve generacije 2002. godine, počelo je studiranje na studijskom programu Mehatronika na fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu (FTN). Uvođenjem ovog studijskog programa, FTN je postao prvi fakultet u Srbiji i regionu jugoistočne Evrope koji je studentima koji su izučavali gradivo iz oblasti Mehatronike i uspešno uradili sve predviđene obaveze dodeljivao diplomu diplomiranog inženjera Mehatronike. Za uvođenje ovako složenog multidisciplinarnog studijskog programa, postojali su preduslovi koji se pre svega ogledaju u samoj organizaciji FTN, budući da se u okviru istog fakulteta, na jednom mestu izučavaju raznovrsne inženjerske i ne inženjerske oblasti. Korišćenjem ove prednosti, sagledavajući iskustva iz Evrope i sveta, nastao je studijski program Mehatronika. U okviru ovog rada, biće predstavljena određena iskustva u radu na ovom studijskom programu, kao i evolucija samog studijskog programa.

Ključne reči: Mehatronika, robotika, automatizacija

TWENTY YEARS OF EXPERIENCE IN THE STUDY PROGRAM OF MECHATRONICS AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN NOVI SAD

Abstract: With the enrollment of the first generation in 2002, studying in the study program Mechatronics at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad (FTN) began. With the introduction of this study program, FTN became the first faculty in Serbia and the region of Southeast Europe to award students with a degree in Mechatronics after they successfully completed all the required obligations. For the introduction of such a complex multidisciplinary study program, there were preconditions that are primarily reflected in the organization of FTN, since within the same faculty, various engineering and non-engineering fields are studied in one place. Using this advantage, considering the experiences from Europe and the world, the study program Mechatronics was created. Within this paper, certain experiences in working on this study program will be presented, as well as the evolution of the study program itself.

Key Words: Mechatronics, robotics, automation

1. UVOD

Studijski program osnovnih akademskih studija Mehatronike je prvi interdisciplinarni studijski program na Fakultetu tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu i u organizaciji je Departmana za industrijsko inženjerstvo i menadžment koji je matičan departman za ovaj studijski program. Pored matičnog departmana, nastavu na ovom studijskom programu izvide i nastavnici i saradnici sa sledećih departmana: Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Departman za računarstvo i automatiku, Departman za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo, Departman za opšte discipline u tehnici, Departman za inženjerstvo i zaštitu životne sredine i Departman za proizvodno mašinstvo [1].

Cilj studijskog programa Mehatronika je da obrazuje stručnjake koji poseduju znanja iz osnovnih inženjerskih disciplina, elektrotehnike, računarstva, mašinstva, automatskog upravljanja, programiranja i primene savremenih informacionih tehnologija, robotike, automatizacije, savremene mehanizacije. Završetkom osnovnih studija, student dobija diplomu diplomiranog inženjera mehatronike iz oblasti elektrotehničkog i računarskog inženjerstva, mašinskog inženjerstva sa 240 ECTS i u potpunosti je spreman da rešava zadatke koji su prisutni u savremenoj tehnici [1, 2]. Broj studenata koji godišnje može da se upiše na studijski program osnovnih akademskih studija Mehatronika iznosi 90. Od tog broja za 50 studenata omogućeno studiranje finansirano iz budžeta Republike Srbije (budžetski studenti), dok je za 40 studenata omogućeno da ostvare upis u svojstvu samofinansirajućih studenata. Do 2015. godine broj budžetskih studenata osnovnih akademskih studija bio je 50, dok je broj samofinansirajućih studenata bio 10, čime je ukupan broj studenata koji su mogli studirati na studijskom programu Mehatronike na osnovnim akademskim studijama bio 60.

Realizacija nastave na studijskom programu osnovnih akademskih studija Mehatronike izvodi se kroz predavanja i vežbe većinom laboratorijskog tipa što podrazumeva konkretan rad na opremi koja se koristi u industriji. U cilju praćenja intenzivnog razvoja savremenih tehnologija i primene novih znanja na konkretnim zadacima razvijena je i laboratorijska oprema od strane nastavnika i saradnika katedre za Mehatroniku, robotiku i automatizaciju, kao i

studenata studijskog programa Mehatronika kroz diplomske i master radove [3-6].

2. ANALIZA RADA NA STDUIJSKOM PROGRAMA MEHATRONIKA

Dosadašnji rad i postojeće stanje na studijskom programu osnovnih akademskih studija Mehatronika može se posmatrati kroz sledeću SWOT analizu, koja podrazumeva sagledavanje snaga, slabosti, šansi i opasnosti koje su vezane za ovaj studijski program.

SNAGE:

- Ciljevi studijskog programa Mehatronika na osnovnim studijama su usklađeni sa potrebama i zahtevima koji se postavljaju pred diplomirane inženjere mehatronike da u svakodnevnoj praksi rešavaju zadatke koje su prisutni u industrijskim, istraživačkim ili obrazovnim institucijama. To, pored ostalog, uključuje i razvoj kreativnih sposobnosti razmatranja problema i sposobnost kritičkog mišljenja, razvijanje sposobnosti za timski rad i ovladavanje specifičnim praktičnim veštinama potrebnim za obavljanje profesije. Studijski program Mehatronika obrazuje stručnjake koji poseduju dovoljno potrebnog znanja iz osnovnih inženjerskih disciplina (matematika, mehanika, ...), iz automatskog upravljanja, elektrotehnike, programiranja i primene savremenih informacionih tehnologija, mašinstva, robotike, automatizacije, mehanizacije, ...;

- Metode nastave na studijskom programu Mehatronika su orijentisane ka ishodima učenja putem primene savremenih načina predavanja zasnovanih na pripremljenim prezentacijama i aktivnom učešću studenata u analizi praktičnih primera, te laboratorijskih, računarskih, računskih i auditornih vežbi u petnaest laboratorija koje su opremljene za ovladavanje predviđanog znanja;

- Sistem ocenjivanja studenata na svakom nastavnom predmetu zasnovan je na aktivnom učešću studenata u nastavi, vrednovanju izvršenih obaveza u toku semestra (samostalnih domaćih, grafičkih i seminarskih radova, projekata i kolokvijuma) i završnom ispitu. Ovaj način ocenjivanja, obezbeđuje veću aktivnost studenata tokom semestra, kontinualnu proveru znanja i kvalitetnije ocenjivanje;

- U studijskom programu Mehatronika, opterećenje studenata usaglašeno sa očekivanim ishodima učenja. Integracija stečenih znanja i veština se stalno proverava kroz realizaciju praktično orijentisanih zadataka, što omogućava i posvećenost svakom pojedinačnom studentu. Na ovaj način svaki student ima mogućnost da razvije i unapredi svoja znanja i veštine.

- Na studijskom programu Mehatronika, ishodi učenja i očekivane kompetencije studenata su u potpunosti usaglašeni sa važećim deskriptorima kvalifikacija ovog nivoa obrazovanja;

- Postupci stalnog nadzora nad kvalitetom studijskog programa Mehatronika su obezbeđeni funkcionisanjem uspostavljenog Sistema obezbeđenja kvaliteta;

- Studijski program Mehatronika se stalno osavremenjava, na taj način što se promene vrše prvenstveno na nivou silabusa nastavnih predmeta u pogledu sadržaja i literature, a na nivou kurikuluma u granicama koje su dozvoljene standardima za akreditaciju;

- Sve informacije o studijskom programu Mehatronika - ishodima učenja, kurikulumima i silabusima nastavnih predmeta, stručnoj praksi i diplomskim i master radovima i doktorskim disertacijama su dostupni studentima, nastavnicima i javnosti, putem internet sajta Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu i Departmana za industrijsko inženjerstvo i menadžment.

SLABOSTI:

- Oprema u pojedinim laboratorijama nije po brojnosti dovoljno zatupljena, što onemogućava svakog studenta da je pojedinačno koristi. Nedostaju pojedini softverski alati za bolje razumevanje i ovladavanje pojedinih ishoda učenja.

- Nedostatak prostora i materijala za veći broj praktičnih vežbi.

- Povratne informacije o studentima i njihovim kompetencijama nisu zasnovane na sistemskom i sistematskom prikupljanju podataka, nego se zasnivaju na ličnim saznanjima sa tržišta rada i kontaktima sa diplomiranim studenata i njihovim poslodavcima.

ŠANSE:

- Izražen multidisciplinarni pristup u ishodima učenja i ciljevima studijskog programa Mehatronika omogućava da diplomirani studenti lako pronalaze posao u različitim institucijama. Savremeni industrijski i neindustrijski trendovi u automatizaciji i upravljanju se upravo oslanjaju na multidisciplinarna znanja koja su rezultat učenja na studijskom programu Mehatronika.

- Prepoznatljivost kvaliteta znanja nastavnika, saradnika u nastavi i studenata omogućila je međusobno povezivanje i integraciju u najkvalitetnije evropske visokoškolske ustanove. Velik broj zajedničkih međunarodnih projekata ima pozitivan efekat na razvoj i podizanje kvaliteta studijskog programa Mehatronika.

OPASNOSTI:

- Nedovoljno ulaganje u laboratorijsku opremu i materijal za ostvarivanje postavljenih ciljeva studijskog programa Mehatronika;

- Nedostatak materijalnih sredstva za intenzivnije povezivanje sa visokoškolskim institucijama koje imaju studijski program Mehatronika.

Ovu SWOT analizu treba posmatrati i kroz interesovanje studenata za upis na studijski program osnovnih akademskih studija Mehatronika. U Tabeli 1, prikazan je pregled po godinama upisa (od generacije 2014/2015. do generacije 2021/2022.) sa iskazanim brojem studenata kojima je studijski program Mehatronika bio prva, druga ili treća želja, kao i broj bodova koji je ostvaren na osnovu njihove prosečne ocene koju su ostvarili u srednjoj školi (maksimalni broj bodova koji je moguće ostvariti je 40, a bodovi se dobijaju tako što se prosečne ocene za svaku godinu srednjeskolskog školovanja pomnože sa 2). Upisna godina 2014/2015. je bila poslednja godina u kojoj je ukupan broj studenta bio 60, dok je od naredne generacije 2015/2016. povećan ukupan broj studenata na 90.

Tabela 1 – Pregled po godinama upisa prema brojevima studenata i broju bodova

Godina upisa	Broj studenata sa prvom željom	Broj studenata sa drugom željom	Broj studenata sa trećom željom	Broj bodova
2014/2015	69	73	122	35,64
2015/2016	109	95	173	34
2016/2017	128	114	163	35,25
2017/2018	84	95	125	35,5
2018/2019	88	74	109	35,56
2019/2020	124	95	133	35,71
2020/2021	134	75	94	35,33
2021/2022	113	67	71	36,39

U Tabeli 2 su prikazane vrednosti ukupnog broja bodova koje su studenti upisani na studijski program osnovnih akademskih studija Mehatronika ostvarili [7]. Maksimalni broj bodova koji je za upis moguće ostvariti je 100, od kojih se 60 bodova ostvaruje na prijemnom ispitu (za slučaj osnovnih akademskih studija Mehatronika je prijemni ispit: Matematika), dok se 40 bodova ostvaruje na osnovu uspeha ostvarenog tokom srednjeskolskog školovanja.

Tabela 2 – Pregled broja studenata prema prosečnim ocenama po godinama upisa

Godina upisa	Budžet		Samofinansiranje	
	Prvi upisan	Poslednji upisan	Prvi upisan	Poslednji upisan
2012/2013	100,00	56,68	55,00	46,34
2013/2014	92,88	52,92	50,98	50,06
2014/2015	100,00	63,68	61,56	47,82
2015/2016	98,24	64,04	65,84	46,62
2016/2017	100,00	66,12	65,58	52,28
2017/2018	95,60	65,24	63,26	48,82
2018/2019	93,00	57,58	56,82	43,94
2019/2020	100,00	70,38	69,80	52,06
2020/2021	100,00	73,98	73,08	52,82
2021/2022	97,00	78,04	77,50	54,60

Na osnovu podataka koji su prikazani u tabelama 1 i 2, može se primetiti da je u poslednje 3 godine došlo do značajnog povećanja kvaliteta upisanih studenata (pri čemu se kvalitet posmatra kroz ukupan broj bodova koji je ostvaren prilikom upisa na studijski program osnovnih akademskih studija Mehatronika). Za ovakav skok kvaliteta, postoji nekoliko preduslova koji su ispunjeni. Kao najvažniji preduslov, sigurno je može izdvojiti ukupan broj studenata koji je iskazao želju (prvu, drugu ili treću) za studiranjem na studijskom programu Mehatronika. Kao drugi preduslov, može se navesti dobra organizacija pripremne nastave koji se realizuje pre prijemnog ispita. Pored toga, dobar rad sa studentima tokom njihovog studiranja (koji se ogleda u nizu nagrada koji su studenti Mehatronike ostvarili na domaćim i međunarodnim takmičenjima, nagrade kao najbolji studenti Univerziteta u Novom Sadu), lako pronalaženje posla na lokalnom, evropskom i svetskom tržištu rada, su sigurno doprineli da studenti bolje pripremljeni i sa većom pažnjom dolaze na prijemni ispit, obzirom da znaju da postoji velika konkurencija za budžetska mesta na studijskom programu Mehatronika.

U toku dvadeset godina postojanja studijskog programa Mehatronika, odnos između tradicionalnih inženjerskih

oblasti kao što su Elektronika/Elektrotehnika, Mašinstvo, Upravljanje tehničkim sistemima i Računarstvo, se nije bitno menjao. Od ukupnog broja predmeta koji se klasifikuju kao stručni ili aplikativni, 40% pripada oblasti Elektronika/Elektrotehnika, 20% pripada oblasti Mašinstva, 20% pripada oblasti Upravljanja tehničkim sistemima i 20% oblasti Računarstva. Upravo ovakav odnos među predmetima, odnosno interdisciplinarnost, se pokazala kao ključna pri zapošljavanju diplomiranih inženjera Mehatronike u privredi. Za ovakvu postavljenu strukturu predmeta su najzaslužniji prof. dr Branislav Borovac, prof. dr Laslo Nađ, prof. dr Dragan Šešlija i prof. dr Stevan Stankovski, koji su bili najaktivniji učesnici stvaranja prvog studijskog programa Mehatronika. Sama struktura predmeta se menjala u skladu sa promenama koje su nastajale u užoj oblasti, tehnici i tehnologiji koja se izučava u svakom posmatranom predmetu [8,9].

Svi profesori, asistenti i ostalo nastavno i nenastavno osoblje je veoma posvećeno izvršavanju svojih obaveza u radu sa studentima, što se ogleda i u činjenici da se u toku 20 godina nije desio ni jedan zvanični slučaj pritužbe na njihov rad. Pored toga, u poslednjih 2 godine zbog situacije sa virusom COVID-19, veliki deo laboratorijskih vežbi nije mogao da se ostvari u laboratorijama FTN, a svi učesnici u nastavnom procesu su se potrudili da maksimalno umanje ovaj negativan efekat.

3. ZAKLJUČAK

Studijski program Mehatronika na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu je za svojih 20 godina postojanja u potpunosti opravdao svoje postojanje. Svi diplomirani studenti Mehatronike pronašli su zaposlenje, većina u privredi kao i u obrazovnim i istraživačkim institucijama, pored toga veliki broj je studenata su oni koji su osvojili nagrade na domaćim i evropskim takmičenjima, kao i nagrade za najbolje studente na Univerzitetu u Novom Sadu, a jedan deo studenata je i osnovao sopstvene kompanije u oblasti mehatronike, tako da su ovo samo neki od pokazatelja da su tvorci ideje za potrebu osnivanja studijskog programa Mehatronika na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, bili u potpunosti u pravu.

Struktura studijskog programa Mehatronika je odlično postavljena i maksimalno je iskoristila organizacione prednosti FTN da se u okviru jedne institucije odaberu kadrovi koji mogu da svojim kompetencijama zadovolje sve potrebe koje jedan interdisciplinarni studijski programa kao što je Mehatronika zadovolji. Dobro opremljene laboratorije, motivisano nastavno osoblje, su bile i ostale oslonac za uspešno školovanje studenata na studijskom programu Mehatronika. Kontinuirano praćenje promena koje se dešavaju u oblasti Mehatronike i njihovo prenošenje u postojeće predmete će omogućiti da studijski program Mehatronika i dalje bude atraktivan za buduće studente i da im ujedno omogućiti da dobiju neophodno znanje za njihov uspešan rad nakon završetka studija.

4. LITERATURA

- [1] Internet stranica <http://www.ftn.uns.ac.rs/n1665176837/mehatronika>
- [2] Gordana Ostojić, Vukica Jovanović, Dražan Kozak, Željko Ivandić Stevan Stankovski, *Mechatronic Education at Faculty of Technical Sciences Novi Sad*, Tehnički vjesnik - Technical Gazette, 2015, Vol. 22, No. 3, pp. 805-812, ISSN 1330-3651
- [3] Stevan Stankovski, Laslo Tarjan, Dragana Oros, Gordana Ostojić, Ivana Šenk, *Using a Didactic Manipulator in Mechatronics and Industrial Engineering Courses*, IEEE Transactions on Education, 2010, Vol. 53, No. 4, pp. 572-579, ISSN 0018-9359
- [4] Ivana Šenk, Gordana Ostojić, Vukica Jovanović, Laslo Tarjan, Stevan Stankovski, *Experiences in developing labs for a supervisory control and data acquisition course for undergraduate mechatronics education*, DOI:10.1002/cae.21578, Computer Applications in Engineering Education, 2015, Vol. 23, No. 1, pp. 54-62, ISSN 1061-377
- [5] Dragana Oros, Igor Baranovski, Dragan Dragičević, Stevan Stankovski, Gordana Ostojić, Ljubomir Miladinović, *Development of Didactic Set of Pneumatics and Servo Pneumatics in Engineering Education*, Transactions of Famena, 2012, Vol. 36, No. 3, pp. 69-79, ISSN 1333-1124.
- [6] Dragan Dragičević, Gordana Ostojić, Branislav Tejić, Srđan Tegeltija, Stevan Stankovski, *Development of Didactic Dosing System for Raw Materials in the Form of Granules*, International Journal of Engineering Education, 2014, Vol. 30, No. 5, pp. 1313-1323, ISSN 0949-149X
- [7] Internet stranica <http://www.ftn.uns.ac.rs/n1730001779/statistika-upisa>
- [8] S. Stankovski, G. Ostojić, M. Šaponjić, M. Stanojević and M. Babić, "Using micro/mini PLC/PAC in the Edge Computing Architecture," 2020 19th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/INFOTEH48170.2020.9066309.
- [9] S. Stankovski, G. Ostojić, X. Zhang, I. Zečević and M. Stanojević, "Challenges with Edge Computing in Mechatronics Education," 2021 20th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/INFOTEH51037.2021.9400664.