



## Podrška obrazovanju Inženjera 2020 kroz Triple Helix model

Nela Cvetković<sup>1</sup>, Milovan Medojević<sup>1</sup> i Slobodan Morača<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultet Tehničkih nauka/Department za Industrijsko inženjerstvo i inženjerski menadžment, Novi Sad, Srbija

e-mail [nela\\_cvetkovic@yahoo.com](mailto:nela_cvetkovic@yahoo.com)

**Rezime:** U ovom radu predstavljen je Triple Helix model i njegovi ključni aspekti (učesnici, uzajamne veze između učesnika i funkcije među njima) kao okvir za saradnju između univerziteta, industrije i vlade, sa zajedničkim ciljem unapređenja inženjerskog obrazovanja, pripreme Inženjera 2020 i prevazilaženja glavnih nedostataka inženjerskog obrazovanja. Ovakav pristup, sa pravilno definisanim ulogama svih učesnika, koristima i korelacijama pruža dobit za sve komponente modela i obezbeđuje podršku prevazilaženju nedostataka tradicionalnog obrazovanja.

**Ključne reči:** Inženjer 2020; Visoko obrazovanje; Triple Helix model; Inženjersko obrazovanje; Umrežavanje;

### 1. UVOD

Jedan od glavnih ciljeva kojima se teži u okviru inženjerskog obrazovanja jeste priprema studenata za suočavanje sa izazovima u budućem profesionalnom životu [1] i njihovom oblikovanju na način koji industrija zahteva [2]. Tako, pred institucijama visokog obrazovanja nalazi se izazov aktivnog uključivanja studenata u situacije i probleme iz svakodnevnog poslovanja i života, čime se omogućava njihovo prilagođavanje, ali i uticaj na brzo promenljive buduće trendove i potrebe, kao i obrazovanje inženjera kao budućih lidera i profesionalnih inženjera kvalitetno obrazovanih, etičkih i inkluzivnih u svim segmentima društva [3]. Na ovaj način obrazovani budući inženjeri, poznati kao Inženjeri 2020, ukratko mogu biti opisani njihovim glavnim željenim atributima: jake analitičke sposobnosti, dovitljivost, kreativnost, leaderske veštine, visoki etički i profesionalni standardni i celoživotno učenje [3]. Tradicionalno obrazovanje ne poseduje kapacitete da ostvari ova očekivanja [4]. Potpuno suprotno stalnim tehnološkim i industrijskim promenama, „obrazovanje je promenjeno vrlo malo tokom prethodne polovine veka“ [5], što svedoči o značajnoj potrebi za prilagođavanjem i obogaćivanjem edukacijskih metoda. S tim u vezi, određeni pristupi u visokom obrazovanju počinju pokazivati pozitivne efekte i rezultate u pripremi Inženjera 2020. Učenje bazirano na radu („Work Based Learning“), Učenje bazirano na problemu („Problem Based Learning“) i praksa učenja iz prve ruke („Hands-on learning“) su neke od metoda koje stiču popularnost u inženjerskom obrazovanju kao vredni instrumenti za ostvarenje koncepta: učenje kroz rad, učenje kroz upotrebu i učenje kroz interakciju [6].

Fokus ovog rada je na pregledu izazova u okviru inženjerskog obrazovanja i na

predstavljanju naše perspektive i viđenja uspešno uspotavljenog Triple Helix modela u cilju pružanja doprinosa unapređenju obrazovanja Inženjera 2020.

## 2. TRIPLE HELIX MODEL I INŽENJERI 2020

### 2.1. Inženjeri 2020 i njihovo obrazovanje

Ukratko, Inženjeri 2020 mogu biti opisani kao buduća generacija inženjera sposobna za prilagođavanje budućim brzim tehnološkim promenama i trendovima, ali i za učestvovanje i oblikovanje tih evolucija. Sa tim ciljem, adekvatno inženjersko obrazovanje je uslovljeno stalnim praćenjem tehnoloških i društvenih promena kao i konstantnim implementiranjem promena kao odgovor na iste.

Bitno pitanje jeste da li su univerziteti sposobni za prilagođavanje ovim promenama, prilikama i razvojem koji uslovljavaju i kreiraju potrebe za budućim inženjerima određenih kvaliteta. Nadalje, značajna pitanja su „Kako će i kako bi trebalo da izgleda inženjerstvo 2020?, Kako na najuspešnji način obrazovati inženjere kako bi postali budućí lideri sposobni za balansiranje između koristi koje nove tehnologije nude i problema koji nastaju kao rezultat njihovih sporednih proizvoda, a bez uticaja na opšte blagostanje društva?, Da li će inženjerstvo ponuditi široki spektar kreativnih profesionalnih mogućnosti?, Može li inženjerska profesija imati uticaj na razvoj sopstvenog toka?“ [3] Danas, nedostaci inženjerskog obrazovanja uzrokuju i nedostatke u veštinama i sposobnostima inženjera, među kojima su kao najznačajniji identifikovani:

- Nemogućnost rada i diskusije sa drugima [4], kao i nemogućnost timskog rada [1];
- Nesposobnost za kreativno rešavanje problema i za rešavanje kompleksnih problema koji zahtevaju integraciju socijalnih, ekonomskih, pravnih i tehničkih faktora [4], [7];
- Nedostatak komunikacijskih sposobnosti [1];
- Nepostojanje svesti o očekivanjima na radnom mestu [1];
- Nesposobnost samostalnog i kritičkog razmišljanja [7].

Uzimajuću u obzir potrebu za unapređenjem inženjerskih veština i predviđene principe i trendove koji će oblikovati buduće aktivnosti inženjera, glavni neophodni i željeni atributi, odnosno karakteristike Inženjera 2020 su sledeće [3]:

- Jake analitičke veštine;
- Praktična domišljatost;
- Kreativnost;
- Liderstvo;
- Visoki etički i profesionalni standardni.

Nadalje, kao dodatne neophodne karakteristike prepoznate su:

- Razvijene veštine komuniciranja;
- Celoživotno učenje;
- Poslovne i menadžerske sposobnosti.

Gorenavedene karakteristike odlikuju široko obrazovane inženjere koji imaju liderske sposobnosti u poslovnim aktivnostima, aktivnostima razvoja i dizajna, koji poseduju etičke standarde i inkluzivni su u svim segmentima društva. Za Inženjere 2020 samo posedovanje tehničkih sposobnosti nije dovoljno, već je neophodna i mogućnost razumevanja okruženja i posledica posla koji oni obavljaju [3]. U njihovoj knjizi autori [8] definišu sposobnost

razumevanja i adaptiranja okruženju kao „sposobnost predviđanja i razumevanja ograničenja i uticaja društvenih, kulturoloških, političkih i drugih faktora na inženjerska rešenja“. Međutim, uprkos značaju koji je priznat ovoj temi poslednjih godina, studenti inženjerstva i dalje poseduju upravo istaknute glavne nedostatke, što potvrđuje neophodnost unapređenja obrazovanja koje obezbeđuje razumevanje organizacionih, kulturoloških i drugih ograničenja iz okruženja na inženjersku praksu i istraživanja [9].

Uključivanje studenata u praktičnu zajednicu, u stvarno okruženje i realne projekte [8], uvođenje prakse učenja iz prve ruke i izvođenja rizičnih projekata [10] i uopšteno, praktično iskustvo i rad na stvarnim poslovnim problemima, su pristupi od visoke vrednosti za unapređenje inženjerskog obrazovanja. Najefektivnijim načinom učenja i razumevanja teorije se ulaganje napora u primenu teorije za rešavanje inženjerskih problema, primenjujući takozvano učenje bazirano na problemu (PBL) i učenje bazirano na radu (WBL) [1]. Ono što koncept učenja baziranog na problemu (PBL) čini vrednim za obrazovanje Inženjera 2020 jeste to što omogućava studentima da razvijaju izvrsne analitičke sposobnosti i da „napadaju“ složene inženjerske probleme [1], što ujedno čini i jednu od ključnih poželjnih karakteristika Inženjera 2020.

Posmatrano sa ovog aspekta, saradnja između univerziteta (studenata, istraživača) i industrije je preduslov kako bi se obezbedilo uključivanje studenata u stvarne poslovne probleme [1] i pružila šansa za razvoj analitičkih veština, sposobnosti za rešavanje problema, kreativnosti i sposobnosti za timski rad. Međutim, uprkos činjenici da umrežavanje sa industrijskim igračima predstavlja suštinski bitan faktor za unapređenje obrazovanja i odgovarajuće modifikovanje nastavnog plana, vladine institucije takođe imaju značajnu ulogu u ovom procesu. Pored uloge kreatora politika, vlada predstavlja i činioca koji mora obezbediti da se obrazovanje kreće u smeru kojim ono doprinosi opštem blagostanju društva i ekonomije.

Kao pristup od velikom značaja za uključivanje sva tri činioca ( univerzitet-industrija-vlada) u obrazovanje Inženjera 2020 i njegovo unapređenje koje omogućava kreiranje željenih inženjerskih karakteristika, prepoznali smo Triple Helix model.

## 2.2. Triple Helix model u obrazovanju Inženjera 2020

„Triple Helix pristup predstavlja interakciju univerziteta, industrije i vlade, čime se generiše oblik inovacionog sistema koji ističe ključne izvore inovativnosti i njihove međusobne dinamične interakcije“ [11]. Ipak, Triple Helix model je dokazao svoju vrednost i za poboljšanje obrazovanja, ne samo inovacionog kapaciteta. Zajednički rad institucija iz visokog obrazovanja i preduzeća pokazao se kao važan za rast profesionalnosti naučnika, razvojnih timova, pedagoga, diplomaca, ali i za samo poboljšanje kvaliteta visokog obrazovanja i uvećanje potražnje za postdiplomcima koji su spremni za rad u visokotehnološkom okruženju i privredi [12].

Kako je već pomenuto, današnji brzi tehnološki napreci uslovljavaju univerzitete da budu inovativniji kako bi ispunili industrijske zahteve. U procesu unapređenja inženjerskog obrazovanja univerziteti uspeh ne mogu zagarantovati sami. Međutim, Triple Helix model donosi šanse u oblasti saradnje [2]. Ovaj model prevodi teoriju u praksu, omogućavajući inovacione treninge, olakšava uspešna partnerstva između industrijskog sektora, univerziteta i vladinih institucija, pruža podsticaje za studente, osnažava nova tehnološka unapređenja i poboljšava reputaciju univerziteta [13]. Nadalje, Triple Helix model podržava stav da učenje kroz rad i interakciju ne bi samo doprinelo uvećanju produktivnosti [6], već i

kvalitetu obrazovanja inženjera u sferi visoke tehnologije [2]. Prema [13] ovakav vid saradnje kreira izazove za univerzitete: umesto fokusiranja na tradicionalne načine učenja i izvođenja istraživačkih aktivnosti, od univerziteta se očekuje okretanje ka poslovnom okruženju. Posledično, kao rezultat javlja se okruženje odgovarajuće za učenje bazirano na problemu (PBL). Jedan od primera najuspešnijeg vida ovakve saradnje, gde se kao rezultat javljaju unapređene veštine inženjera, jeste partnerstvo IBM kompanije i univerziteta, podržano od strane vlade. Kroz ovo partnerstvo, uspostavljen je multidisciplinarni istraživački centar sa ciljem okupljanja studenata koji rešavaju stvarne poslovne situacije i probleme [14].

Prema [11], do sada nije definisan unificiran i eksplicitan okvir za konceptualizaciju Triple Helix pristupa. Autori definišu i detaljno opisuju Triple Helix model kao „Skup:

- *Činilaca (komponenta)*: sfera univerziteta, industrije i vlade, sa širokim spektrom potencijalnih aktera;
- *Veze između činilaca*: „moderacija saradnje i konflikata“, „kolaborativno vođstvo“, „supstitucija“ i „umrežavanje“;
- *Funkcije*: predstavljaju procese specifične za Triple Helix sfere: znanje, inovacije i konsenzus“.

Uzimajući u obzir trenutni fokus na unapređenje i promociju obrazovanja za Inženjere 2020, glavne identifikovane nedostatke u obrazovanju i željene atribute i karakteristike Inženjera 2020, predlažemo sledeći prilagođeni Triple Helix model, zasnovan na ključnim sistematskim karakteristikama predstavljenim od strane autora [11]:

#### 1) Učesnici (komponente)

Učesnike u Triple Helix modelu čine univerziteti uključeni u inženjersko i tehnološko obrazovanje, industrijski sektor i vladine institucije.

- *Uloga univerziteta*: saradnja sa industrijskim sektorom kako bi se studentima obezbedile studije slučaja i problemi iz realnog poslovnog sveta, omogućilo učenje zasnovano na problemu (PBL) i učenje zasnovano na radu (WBL); Obrazovanje studenata prema potrebama definisanim od strane partnera iz industrije; stalno unapređenje akademskog osoblja; saradnja sa industrijskim sektorom i vladinim institucijama u kreaciji obrazovnih strategija.
- *Uloga industrijskog sektora*: saradnja sa univerzitetima kako bi se uvećale inovativne i istraživačke sposobnosti i radi uključivanja u proces oblikovanja budućih inženjera; angažovanje studenata na realnim projektima.
- *Uloga vladinih institucija*: pružanje podrške odnosima i partnerstvima na relaciji univerziteti-industrija putem odgovarajućih politika i regulativa; uključivanje u razvoj strategija obrazovanja; podrška kroz agencije za finansiranje.

#### 2) Veze između činilaca

Kako interakcija među komponentama Triple Helix modela može biti izražena u različitim formama, uzimajući u obzir ekonomske, društvene i tehnološke potrebe, pronalazimo da je „umrežavanje“ najprikladniji oblik interakcije u pogledu pružanja podrške obrazovanju Inženjera 2020 putem Triple Helix modela.

- *Umrežavanje*: umrežavanje u formalne i neformalne strukture na različitim nivoima (regionalnom, nacionalnom i slično) predstavlja efektivnu strukturu za proaktivno pružanje odgovora promenljivim uslovima. Istraživačke mreže

pokazale su od kritične važnosti za kreiranje odgovarajuće i kompetentne radne snage među učesnicima ove mreže, a konkretno u ovom slučaju, za kreiranje inženjerskih eksperata.

### 3) *Funkcije*

- *Sfera znanja*: predstavlja kombinaciju generisanja znanja, transfera i difuzije, ali i drugih aktivnosti među učesnicima Triple Helix modela. Konstrukcija ove sfere neophodna je radi definicije uključenih resursa znanja i radi redukcije dupliranja napora u okviru Triple Helix modela [11].
- *Sfera inovacija*: podrazumeva aktivnosti koje se planiraju i izvršavaju od strane učesnika modela, u saglasnosti sa svrhom i ciljevima uspostavljenje saradnje.
- *Sfera konsenzusa*: “skup aktivnosti koje okupljaju učesnike Triple Helix modela u brainstorming sesije, diskusije i vrednovanje predloga za unapređenje“.

Gore predstavljeni čine najznačajnije aspekte i karakteristike Triple Helix modela u okviru pružanja podrške unapređenju inženjerskog obrazovanja, sa akcentom na učenje bazirano na radu (WBL) i učenje bazirano na problemu (PBL), angažovanje studenata u realnim poslovnim situacijama i u okviru pravih timova.

## 3. ZAKLJUČAK

Obrazovanje Inženjera 2020, iako predstavlja veliki potencijal za industrijski, tehnološki i generalno, društveni razvoj, demonstruje značajne nedostatke i probleme. Posledično, ti nedostaci u inženjerskom obrazovanju reflektuju se na veštine postdiplomaca u oblasti inženjerstva. Nesposobnost zajedničkog rada i diskusije, nekompetentnost za rešavanje kreativnih i složenih problema koji zahtevaju integraciju društvenih, ekonomskih, pravnih i tehničkih faktora [4],[7], nedostatak komunikacijskih veština [16] i nesposobnost samostalnog i kritičkog razmišljanja [7], predstavljaju najproblematičnije nedostatke inženjerskih veština.

Uvažavajući ove činjenice i sagledavajući očekivane buduće trendove i vodeće principe koji će uslovljavati inženjerske aktivnosti, definisani su željeni atributi i karakteristike Inženjera 2020, odnosno, inženjera spremnih za adaptiranje konstantno promenljivom okruženju i zahtevima [3].

U cilju pripreme Inženjera 2020, univerziteti su uslovljeni unapređenjem i modifikovanjem pristupa u inženjerskom obrazovanju. Tako, učenje zasnovano na radu (WBL) i učenje zasnovano na problemu (PBL) stekli su popularnost, dok se uključivanje studenata u realne poslovne projekte i složene probleme pokazalo kao suštinski značajno za tranziciju studenata u profesionalce u oblasti inženjerstva.

Kao pristup koji obezbeđuje integraciju gore pomenutih rešenja predlažemo Triple Helix model, sa predstavljenim definisanim ulogama svih učesnika (univerzitet, industrija, vlada) vezama među njima (umrežavanje) i funkcijama unutar modela. Uz učesnike Triple Helixa, međusobnim vezama i prilagođenim funkcijama, uspostavljenim u skladu sa ciljevima i potrebama partnera, ovaj model predstavlja vrednosnu podršku obrazovanju Inženjera 2020 i njegovom konstantnom unapređenju.

## LITERATURA

- [1] Katz, S. M. (1993). The Entry-Level Engineer: Problems in Transition from Student to Professional. *Journal of Engineering Education*, 83, 171-174.

- [2] Chen, J. K., Lee, S.-L., Batchuluun, A., & Sheu, G. (2015). Triple Helix theory of management of technology education (MOTE): an empirical study of a semiconductor design training. *24th Annual International Association for Management of technology Conference Proceedings*, (pp. 2687-2700). The Westin.
- [3] National Academy of Engineering. (2004). *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century*. Washington D.C.: National Academies Press.
- [4] Lima, R. M., Carvalho, D., Flores, M. A., & Hattum-Janssen, N. V. (2007). A case study on project led education in engineering: students' and teachers' perception. *European Journal of Engineering Education* , 337-347.
- [5] Ditcher, A. K. (2001). Effective Teaching and Learning in Higher Education, with Particular Reference to the Undergraduate Education of Professional Engineers. *International Journal of Engineering Education* , 17, 24-29.
- [6] Bennett D., Vaidya K. (2001). Meeting Technology Needs of Enterprise for National Competitiveness. Management of Technology. Vienna Global Forum. United Nations Industrial Development Organization. Vienna, Austria.
- [7] Kaufman, J. C., Kaufman, J. C., & Baer, J. (2005). *Creativity Across Domains: Faces of the Muse*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- [8] Palmer, B., Terenzini, P. T., McKenna, A. F., Harper, B. J., & Merson, D. (2012). Design in context: Where do the engineers of 2020 learn this skill?. In ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.
- [9] Karnov, A., Hauser, C., Olsen, C., & Girardeau, L. (2008). A direct method for teaching and assessing professional skills in Engineering programs. *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*. Pittsburgh.
- [10] Crawley, E., Edstrom, K., & Stanko, T. (2013). Educating Engineers for research-based innovation - creating the learning outcomes framework. *Proceedings of the 9th International CDIO Conference*. Cambridge.
- [11] Ranga, M., & Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society. *Industry and Higher Education* , 27 (4).
- [12] Shegelman, I., Shchukin, P., & Vasilev, A. (2015). Integration of Universities and Industrial Enterprises as a Factor of Higher Vocational Education Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* . 214, pp. 112-118. Elsevier Ltd.
- [13] Ankrah, S., T., B., & Grimshaw, P. &. (2013). Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: What single-group studies of motives omit. *Technoinnovation* , 33, 50-65.
- [14] Leydesdorff L., M. M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems Introduction to the special issue. *Research Policy* , 35 (10), 1441-1449.
- [15] David, P. F. (1999). The Research Network and the New Economics of Science: From Metaphors to Organizational Behaviours. In A. M. Gambardella, *The Organisation of Innovative Activities in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press: Cambridge.
- [16] Fink, F. K. (2001). Integration of work based learning in engineering education. *31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Reno.