

Novi koncepti i iskustva u školovanju inženjera energetičara

1. Uvod

Ako jedna država poput Srbije sa 7 498 001 stanovnika, po popisu stanovništva iz 2001. godine koji je urađen po tzv. novoj metodologiji, regrutuje oko 350 novih studenata godišnje na studije energetskih profila na svim svojim univerzitetima, tj. oko 0,95% populacije koja svake godine upiše univerzitetske studije, onda se mora postaviti pitanje daljeg razvoja srbijanskog energetskog sektora. I to u istorijskim okolnostima u kojima su problemi sigurnosti snabdevanja energijom i smanjenja njenog učešća u ceni svakog industrijskog proizvoda, postali najvažnija strateška i politička pitanja savremenog sveta. Doda li se ovome i činjenica da inženjerske studije u Srbiji godišnje upisuje oko 12% od ukupno upisane studentske populacije, a imajući u vidu da se od njih oko 10%, posle naknadnih obuka i doškoloavanja, može produktivno uključiti u energetski sektor, onda razvojna pitanja energetike u Srbiji postaju još dramatičnija. Da ne povećavamo dramu podsećanjem na obespekujavajuću prosečnu dužinu studiranja na tehničkim fakultetima, koja iznosi više od osam godina.

Pošto živimo u epohi promena izazvanih burnim tehnološkim napretkom, koji je u direktnoj vezi sa ubrzanim naučnim razvojem, i da su zbog toga poremećena gotovo sva svojstva unutar-društvenih relacija, onda je logično što se u prvi plan probijaju saznanja o važnosti inženjera, i posebno inženjera-energetičara, kao i o potrebi da se sa velikom odgovornošću pristupi njihovom školovanju i negovanju.

Svetska iskustva pokazuju da uspešni inženjeri postaju sve više medijatori između nauke, investitora i javnosti,

Umesto rezimea

„Nakon što mi je moj dragi kolega i prijatelj, naučni savetnik Instituta za Nuklearne nauke „Vinča” dr Stevan Jokić, poklonio svoj prevod knjige [1], i nakon što sam je u dahu pročitao, rodila se u meni ideja da naslanjajući se na njenu sadržinu, zajedno sa svojim saradnicima, pokušam da javnosti izložim metodologiju rada i neke rezultate kragujevačke škole energetike i procesne tehnike, verujući da naša iskustva mogu biti od koristi i drugim tehničkim fakultetima u Srbiji radi povećanja broja mladih koji se opredeljuju za studije tehnike, a posebno onih studijskih celina na kojima se školuju stručnjaci energetskog profila”. (Prof. Dr inž. Milun J. Babić, šef Katedre za energetiku i procesnu tehniku Mašinskog fakulteta u Kragujevcu)

Instead of abstract

“After Stevan Jokic, PhD, science adviser of The Vinca Institute of Nuclear Science, the dear colleague and friend of mine, has given me his translation of the book [1], that I have read in a blink of an eye, an idea was born in my mind. The idea was to using the book’s contents and assistance of my associates show to the public methodology of our work and some of the results of Kragujevac energy and process engineering school. We believe that our experience could be of benefit to other technical faculties in Serbia regarding to increase the number of young people interested in technical studies and especially to one that choose curriculum which is giving education to future energy experts.” (Professor Milun Babic, PhD, Chief of Department of Energy and Process Engineering at Faculty of Mechanical Engineering)

a u oblasti energetike i kao svojevrsni interfejsi između rastućih potreba za energijom, sve manjih zaliha neobnovljivih energenata, zagađenja životne sredine, globalnog otopljanja i raznih iskonskih ili indukovanih strahova od korišćenja nuklearne energije. Uočeno je da tim pokušajima omasovljavanja inženjerskih studija, i posebno školovanju inženjera-energetičara, najviše smeta jaz koji je stvoren između nauke i javnog mišljenja, a što je sa sobom donelo nerazumevanje, nepoverenje u nauku, i u finalu - nezainteresovanost mladih za takvu vrstu zanimanja.

U razvijenim zemljama se odavno, sa više ili manje uspeha, nastoji da se navedeno stanje promeni korišćenjem

suptilnijih i kompleksnijih metoda, pri čemu se veoma insistira na razvijanju kritičkog duha radi borbe protiv laži, propagande i prodavaca iluzija. Tamo gde se postiže slabiji uspeh u motivisanju mladih da studiraju inženjersku energetiku, a ne kuburi se sa novcem, vlade i privreda pribegavaju klasičnom uvozu gotovih stručnjaka iz zemalja u razvoju. Formiranje evropskog prostora i sve jača globalizacija, kao i nastojanja nacionalnih zajednica da obezbede nedostajuće inženjere, izaziva pojavu velike konkurencije na tržištu radne snage, u kojoj male i siromašne zemlje nemaju šansu da proces migracije i transfera formiranih stručnjaka okrenu prema sebi. Zato zemlje kao što je

⇒ energija

Srbija razvoj svoje privrede i energetike moraju zasnivati na kadrovima koje same otškoluju. A Srbija ih školuje malo, pri čemu se mnogi odmah po završetku studija zapošljavaju u bogatijim zemljama, ili tamo nastavljaju svoja posleddiplomska usavršavanja sa kojih se, po pravilu, nikad ne vraćaju. Slobodan domaći inženjerski prostor se, zbog toga, sve više popunjava stručnjacima koji nemaju mnogo veze sa inženjerijom i energetikom, a koji, dalje, da bi zaštitili svoje pozicije - oko sebe agregiraju lica svog ili sličnog stručnog profila, smanjujući na taj način kvalitet i efikasnost radnih procesa u koje su uključeni, čineći domaću industriju sve nekonkurentnijom, što može Srbiju, u finalu, da trajno veže za poziciju nerazvijene i za život neizazovne zemlje.

Poslednji je trenutak da se napred navedenim procesima stane na put! Neophodna je smišljena akcija i vlade, i privrede, i univerziteta. Mora se brzo prevazići kriza inženjerskih zanimanja i otkloniti razlozi koji utiču na nenaklonjenost mladih prema nauci, tehnici, i posebno prema energetici. Da bi se gradijenti interesovanja mladih usmerili prema nauci i inženjeriji, moraju se dobro osmisliti i sinhrono sprovesti mnoge motivacione mere. Kratak pregled takvih uspešnih mera i njihovih dometa može se naći u literaturi, a mi ćemo ovaj rad posvetiti višegodišnjim naporima i metodama Katedre za energetiku i procesnu tehniku Mašinskog fakulteta u Kragujevcu (u daljem tekstu – **KEPT**) za promociju zanimanja inženjera-energetičara i motivisanje studenata da studiraju mašinsku tehniku i energetsko-procesno inženjerstvo. Zato ćemo u nastavku, pokušati da sistematizujemo i opišemo metode koje primenjujemo, da bi potom prikazali i prodiskutovali njihove učinke, a sve sa ciljem da podstaknemo ostale univerziteteske sredine na slične akcije i na takmičenje u korist cele nacije.

2. Aktuelna opterećenja u školovanju naučnog i inženjerskog podmlatka

Kako se formirala postojeća odbojnost mladih prema nauci i inženjeriji? Kog trenutka i iz kojih razloga je došlo do raskida simpatija i mladih i starijih prema nauci i inženjeriji? Kako se desilo da se nekadašnje gotovo slepo poverenje ljudi prema ovim za život nasušno potrebnim oblastima pretvori u neinteresovanje, pa i u nepoverenje? U literaturi koja se bavi ovom problematikom, može se naći revija razloga kojima se pokušava da

se objasni zašto su se razvijene zemlje našle u situaciji da se njihovi mladi u malom broju opredeljuju da studiraju inženjeriju i inženjersku energetiku. Među njima se ističu sledeći:

- 1.1 **poljuljano poverenje čoveka u nauku**, jer je većina ljudi, zbog novouspostavljenih medijskih i političkih matrica, izgubila jasnu korelaciju između naučnika koji „u svojim rukama imaju budućnost čovečanstva“ i inženjera kao „vesnika srećnog života, racionalnih tehnookrata i uspešnih organizatora naše svakodnevice“;
- 1.2 **sumnja da nauka i inženjerija čovečanstvu „donose isto onoliko lošeg, koliko donose dobrog“**, usled koje se u ljudima, zbog masovnog korišćenja sredstava tehničkog progressa, počeo da uvlači kompleks krivice, jer im mediji, ali i komunikacijski nenadareni i/ili neobučeni stručnjaci, vrlo sugestivno govore da masovna primena naučnih i tehničkih dostignuća čini građane štetnijim od parazita;
- 1.3 **povećanje nesimpatija prema nauci i tehnicima**, jer kompleksnost problema koje obrađuju naučnici i inženjeri je sve više takvih razmera da oni nisu u stanju da daju „instant“ odgovore na prozivke medija i političara koji iz svojih potreba kreiraju „instant društvenu atmosferu“ i koji prilično često, zarad uskih interesa, menjaju svoje pozicije prema glavnim naučnim i inženjerskim izazovima današnjice;
- 1.4 **neobučenos naučnika i inženjera da pravilno i marketinški dobro komuniciraju sa javnošću**, a često i izostanak njihove želje da izađu iz mnogo godina kliširane autistično-magijske atmosfere „oboženih znalaca i magova“ i da modernizuju sliku o sebi koju upućuju društvu;
- 1.5 **upotreba nejasno definisanih pojmova i tradicionalnih procedura**, što u uslovima sve češćih privrednih i društvenih kriza i zbog sve naglašenije potrebe društva za „odlučivanjem po kratkom postupku“, pojačava i inače visoki stepen nerazumevanja i neprihvatanja nauke i inženjerije;
- 1.6 **preveliko opterećenje tradicijom i teorijom nastavnih procesa u okviru kojih se školuju inženjeri i naučnici**, što je u neskladu sa činjenicom da savremeni mladi ljudi više nisu skloni naučnim utopijama, a nije u skladu ni sa porastom njihove svesti i svesti njihovih roditelja da su

naučno-tehnološki problemi sve kompleksniji i udaljeniji od svakodnevnog života, i da zahtevaju veliku kompetentnost, pa se zbog toga opredeljuju za zanimanja koja ne zahtevaju veliki trud, a tražena su na tržištu radne snage;

- 1.7 **još uvek prisutno, nasleđeno, ubeđenje akademskog sveta da stečena diploma univerziteta predstavlja stalnu propusnicu za odgovarajuće zaposlenje**, jer istraživanja pokazuju da za stručnu i naučnu promociju, pored diplome treba imati i druge atribute, tj. biti i harizmatičan, i imati ličnost, i biti sposoban u vođenju i ubeđivanju tima, a, takođe, i da globalizacija ekonomije nameće nove jedinstvene kriterijume kompetentnosti, kao i činjenicu da poslodavci prilikom regrutovanja novih radnika preferiraju one koji su inteligentni, prilagodljivi i sposobni za trenutno uključivanje u svakodnevne, ali i u kompleksne, poslove;
 - 1.8 **kult „vladavine novca“ i želja mladih da do novca što pre dođu**, podstaknut „oslobodenjem kapitalizma od svog istorijskog protivnika“ početkom osamdesetih godina prošlog veka i legitimizacijom neokapitalizma kao jedinog političkog i ekonomskog načina organizacije društva, doveo je do iznenadno snažne erupcije „odlučnih i preduzimljivih dečaka lakog novca“, i učinili smešnim likove anonimnih, studioznih i nepristrasnih istraživača i inženjera koji su vezani za uspeh svojih mislija u odnosu na likove „odlučnih i preduzimljivih dečaka lakog novca“ i na njihove modele lakog i brzog bogaćenja i
 - 1.9 **neusklađenost postojećih inženjerskih profila i nastavnih planova i programa po kojima se studenti školuju na univerzitetima, sa trenutnim potrebama industrijskog i energetskog sektora** dovela je do toga da mladi inženjeri ne uspevaju da naprave brze i uspešne karijere, i s tim u vezi - ni ostvarenje svojih potreba za brzim finansijskim efektima na početku svojih karijera.
- Ako se napred pobrojanim opterećenjima koje su detektovali istraživači stanja u zapadnim razvijenim zemljama pridodaju, specifične okolnosti dvadesetogodišnje političko-društveno-ekonomske tranzicije iz koje Srbija nikako da izađe, i sve specifično domaće teme i dileme koje pritiskuju naš privredno-ekonomski i

⇒ energija

kompletan univerzitetski prostor, onda je logično što se svake godine samo 0,95% studentske populacije upisuje na energetsko-inženjerske profile domaćih univerziteta, i što je kadrovska situacija u energetskom sektoru ozbiljno dovedena u pitanje.

Prateći nepovoljnu situaciju u vezi sa školovanjem podmlatka za nauku i inženjeriju, a posebno za inženjere energetskih profila, i analizirajući napred pobrojana i druga opterećenja koja udaljavaju mlade od tih oblasti, **KEPT**, preko dvadeset godina, raznim merama pokušava da okrene trendove i da stimuliše mlade na studije energetike i procesne tehnike. Normalno, zbog nemogućnosti da utiče na sva opterećenja opisana u tačkama od 2.1 do 2.9, i na puteve i brzinu tranzicije u Srbiji, pažnja **KEPT** bila je sve vreme okrenuta uklanjanju opterećenja koja su bila u njenoj nadležnosti, a delom, koliko je na to mogla da utiče, i u nadležnosti Mašinskog fakulteta u Kragujevcu. O tim pokušajima, primenjenim merama i ostvarenim rezultatima biće reči u narednim odeljcima ovoga rada.

3. Sagledavanja neophodnih promena u školovanju naučnog i inženjerskog podmlatka

Ulog vezan za promenu interesovanja mladih za istraživanja i inženjeriju, u srpskim uslovima, je veoma veliki, jer treba regrutovati hiljade inženjera i istraživača radi zamene generacija koje masovno odlaze u penziju, ili su postale gotovo neupotrebljive zbog psihičkih trauma i dugogodišnjeg „apstiniranja“ sa kreativnih poslova, a što je uzrokovano „nespretnim“ sprovođenjem i predugim trajanjem tranzicije, hiperinflacijom, privrednim lomovima, ratovima i formiranjem nove klase vlasnika privatizovanih preduzeća, koji, najčešće, upravljaju firmama u čiji su posed ušli bez elementarnih organizaciono-tehničko-tehnoloških znanja i sposobnosti da podstaknu i podrže neophodni proces inovacija. Jer u otvorenoj, globalističkoj, ekonomiji u koju i Srbija želi da se uključi, inventivnost upravljačkih privrednih struktura i inženjera, kao glavnih kreatora savremenog tehničko-tehnološkog progressa, predstavlja jedno od osnovnih merila uspešnosti.

Nama je od početka sunovrata interesovanja mladih za studije inženjerije bilo jasno da greše propovednici sumraka naučno-tehnološke sfere i da to čine zarad kratkotrajnih interesa grupa i cehova, pa smo zato stalno govorili da nauka i tehnika mogu da nađu svoju pravu

šansu između ekstremnih položaja klatna, koje se kreće između *društva koje odbacuje naivno verovanje i društva koje želi da bude informisano*. Takođe smo se stalno zalagali da debata o statusu istraživača i inženjera zahteva i odgovarajuću transparentnost, jer civilno društvo očekuje od njih da mu daju potrebne informacije i objašnjenja, ali i da u povratu uzmu u obzir njegovo mišljenje, jer se na taj način može uspešno napustiti pozicija izolovanosti i ostvariti fuzija sa civilnim društvom kome istraživači i inženjeri suštinski pripadaju. **KEPT** je uočila i da je krizu inženjerskih studija, posebno onih energetskog profila, pratila pojava niza novih zanimanja koja su nicala na nedostacima otkrivenim u strukturnom modelu na kome je mnogo godina unazad počivala operativna snaga ove stručne i naučne branše. Posebno nam je, u tom smislu, bila indikativna nespremnost inženjera i univerziteta da se prilagođavaju novim okolnostima, izostanak njihove spremnosti da prime kritiku javnosti, ali i njihova spremnost da lakomisleno sudbinu inženjerije i energetskog sektora prepuste razvojnoj inerciji.

KEPT je bilo očigledno da inženjersko zanimanje mora duboko da se transformiše i da se njegova misija mora obogatiti novim i privlačnijim sadržajima, te da inženjeri moraju da iziđu iz svoje vremesne „kule od slonovače“ i odgovore na primeren način zahtevima tržišta znanja i usluga. Da bi se to postiglo, ta, po našoj oceni, revolucionarna promena karaktera inženjerskog poziva morala je biti osmišljena i započeta u školama, i na univerzitetu, pri čemu je gradijent tih promena morao biti usmeren ne prema proizvodnji super-tehničara koje karakteriše široki spektar znanja, već prema školovanju i formiranju snalažljivih inženjera-preduzetnika i inovatora sposobnih da organizuju i koordiniraju poslove i da prenese entuzijazam na timove kojima rukovode. Savremeni inženjer, ako želi punu prihvatljivost i društvenu promociju, ne sme više da bude onaj koji tržištu nameće proizvode na koje korisnik treba da se adaptira, već da se postavi u položaj korisnika da bi mu olakšao život. On ne treba samo da kreira proizvode koji će samo služiti njihovim korisnicima, već proizvode uz koje, ili sa kojima, će korisnicima život biti lep. Inženjer, više ne sme da bude samo detaljista naoružan svojim formulama i „pametnjaković“ koji rešava probleme mehaničkom primenom raznih matematičkih modela, već treba da poseduje globalne vizije

konkretnih tehničko-tehnoloških i energetskih procesa i funkcionisanja preduzeća kao celine. Od savremenog inženjera se očekuje i da poznaje organizaciju i logistiku proizvodnje i plasmana, marketinga, postprodaje, kao i da je u stanju da uspostavlja dijalog u svim sferama odgovornosti, ali i da uspešno obavlja svaku funkciju u proizvodnoj hijerarhiji. Savremeni inženjer, dalje, mora biti osposobljen da prvi anticipira i uočava probleme i rizike u realizaciji projekata i proizvodnje, da ih na efikasan način predstavlja timu u kome dejstvuje i svom menadžmentu. A da, pri tom, svaka njegova aktivnost mora biti utemeljena na naučnim i tehničko-tehnološkim znanjima! Posebno je važno da u toku školovanja budući inženjer u sebi oseti varnice kreativnosti, da bude uvek spreman da sasluša druge, da bude sposoban da vlada kompleksnim situacijama, da samoinicijativno preuzima odgovornost, da bude „timski igrač“, ali i da nikada ne zaboravi da mora posedovati neophodnu stručno-naučnu i menadžersku kompetentnost.

U toku našeg višegodišnjeg naučno-istraživačkog, stručnog i obrazovnog angažmana, mi smo utvrdili da glavna karakteristika obrazovnog pristupa ne sme da bude samo kvalitet i količina uskostručnog inženjerskog znanja, već da studenti tehnike u toku svojih studija moraju uveriti i sebe i svoje okruženje da su dosegli i poželjan nivo naučno-stručne i menadžerske kompetencije, tj. sposobnost korišćenja znanja radi ostvarivanja očekivanog rezultata u datom kontekstu. Mi, u stvari, posebno insistiramo da glavni motiv i cilj školovanja inženjera treba da bude doseganje odgovarajućih nivoa kompetentnosti, tj. sposobnosti razumevanja odgovarajućeg konteksta, analize teškoća i potencijala koje svaki konkretni kontekst sa sobom nosi, da bi se mogla izabrati dobra stručna oruđa i dobri metodi za rešavanje problema u tom, opet ponavljamo, konkretnom kontekstu. Naša okupiranost nivoima kompetencije koju sa sobom iznose naši studenti nakon završetka studija, ukazala nam je da se u školovanju mladih inženjera, a posebno inženjera-energetičara, mora primeniti novi obrazovni pristup, koji nije oslonjen na uobičajena gomilanja teorijskih znanja i modela testiranih na školskim primerima, već da je u toku obrazovnog procesa potrebno uveriti studenta da on može sva stečena znanja primeniti u svakoj realnoj situaciji, uz insistiranje na sposobnostima integracije, sposobnostima sinteze i sposobnostima rukovođenja energetskim i industrijskim procesima.

4. Metodologija gradnje kompetencija u toku školovanja naučnog i inženjerskog podmlatka

Naša, najpre intuitivna, a kasnije i proverena metodologija školovanja kompetentnih inženjera i istraživača u oblasti energetike i procesne tehnike, to smo tek mnogo kasnije razumeli, bila je veoma slična *Guy Le Boterf*-ovoj metodologiji, koja teži šestostrukturalnom sadržaju profesionalne kompetentnosti, koju on definiše kao „rukovođenje profesionalno kompleksnom situacijom“, što podrazumeva:

- umeće logičnog delovanja,
- umeće mobilisanja znanja i poznavanja u odgovarajućem profesionalnom kontekstu,
- umeće integrisanja i/ili kombinovanja mnogostrukih i heterogenih znanja,
- umeće prenošenja znanja i informacija,
- umeće učenja i
- umeće angažovanja.

Kakva je struktura kompetencija koje treba da ima mladi inženjer-energetičar po završetku univerziteta? Koje stručne atribute on treba da ima?

Oni koji se bave kompetencijom u širem značenju tog pojma kažu da ona može biti direktno povezana sa zanimanjem (npr. specijalista za neki hardver/energetsku mašinu, ili softver/metodologiju održavanja energetskog postrojenja), ili sa poznavanjem i razumevanjem konteksta važnog za neko konkretno zanimanje. Posebno su interesantne tzv. transverzalne kompetencije koje su veoma važne radi korišćenja u svakoj prilici, i među njima razlikujemo tzv.:

- intelektualne ili kognitivne kompetencije,
- metodološke kompetencije,
- lične i društvene kompetencije, i na kraju
- kompetencije komunikativnosti.

Pod *intelektualnim kompetencijama* inženjera-energetičara podrazumeva se njegova sposobnost korišćenja različitih informacija pri rešavanju nekog konkretnog problema, ali i sposobnost kritičkog rasuđivanja i korišćenja sopstvene kreativnosti. Da bi se ovaj vid kompetitivnosti mladog stručnjaka pravilno razvijao, potrebno je da on u toku studija izgrađuje svoje sposobnosti apstrakcije i formalizacije, kako bi na najjednostavniji način mogao da koristi podatke/informacije i njihove interakcije, ali i da pri tom ne sputava svoju intuiciju i/ili imaginaciju.

Pod *metodološkom kompetencijom* inženjera-energetičara podrazumeva se njegova sposobnost:

- da može uspešno da koristi različite tehnike i metode efikasnog rada pri realizovanju i/ili vođenju projekata,
- da je ovladao metodama koje pomažu u odlučivanju,
- da je osposobljen da koristi savremene programske alate za simulacije stvarnosti uz pomoć matematičkih modela,
- da pristupa naučnim i stručnim elektronskim i drugim rezervoarima znanja i informacija, ali i
- da ume da koristi efikasne metode intelektualnog, individualnog i kolektivnog rada.

Metodološke kompetencije su, očigledno, u bliskoj vezi sa percepcijom vremena i njegovim „ovladanjem“, pa se pri školovanju mladih inženjera-energetičara mora posebna pažnja posvetiti razvijanju njegove moći etapnog planiranja i sposobnosti za anticipaciju rezultata.

Za inženjera-energetičara veoma su bitne i tzv. *lične i društvene kompetencije*, jer mu posedovanje i razvijanje ovih kompetencija pomaže da može uspešno da kohabitira i saraduje sa svojim okruženjem. Razvijanje ove vrste kompetencija omogućuje inženjeru-energetičaru i:

- da u toku svog radnog angažmana uspešno afirmiše svoj lični i društveni identitet,
- da ume na primeren i društveno prihvatljiv način da zauzima odgovarajuće mesto u timu i/ili grupi,
- da uvek ima svest šta od tima/grupe može dobiti, a šta se od njega očekuje,
- da ume da pravi pozitivne interakcije unutar tima/grupe,
- da u interpersonalnoj dinamici ima sposobnost orijentacije prema pozitivnom ishodu, a ne prema nekreativnom konfliktu, i
- da ima etičan prilaz saradnicima i problemima kojima se bavi, jer uspeh timskog rada presudno zavisi od međusobne raspodele pozitivnih vrednosti unutar tima/grupe.

Konačno, tzv. *kompetencija komunikativnosti* podrazumeva neophodnost razvoja sposobnosti inženjera-energetičara za jasno, precizno i prilagodljivo obraćanje i izlaganje svojih shvatanja, ideja, ponuda i rezultata, da bi mogao uspešno da zadovolji očekivanje okruženja u kome deluje.

Iz prethodnog je očigledno da univerzitetsko obrazovanje inženjera-energetičara ne sme biti orijentisano

tako da mu u glavu utvlujuje samo stručno znanje vezano za jednu usku specijalnost, već da razvija sve napred navedene kompetencije i da ga nauči da uči i da razume. Dugo godina negovani klasični program univerzitetskog „inženjerskog kofera znanja i veština“ je već odavno prevaziđen, jer znanje mladog inženjera, zbog burnog razvojnog tehnološkog ritma, počinje da zastareva odmah po završetku studija. Ovo se dešava čak i onim slučajevima kada inženjer kroz permanentno obrazovanje u svojoj struci, što je svakako neophodno, pokušava da bude u toku sa najnovijim ostvarenjima u svim oblastima u kojima deluje.

Savremeni univerzitet, dakle, mora da nauči inženjera-energetičara da uspešno pliva kroz znanja drugih i da mobilise ta znanja, kompetencije i energije saradnika oko projekata koji mu se poveravaju. Mora da bude dovoljno svestran da bi znao kakve su mu kompetencije potrebne, da ume brzo da ih operacionalizuje i da ih uspešno evaluira. Možda će izgledati po malo paradoksalno, ali savremeni inženjer-energetičar mora posedovati veoma snažno „površno znanje“ u različitim kompetencijama da bi mogao da ostvari uspešan dijalog sa svakim iz široke lepeze svojih partnera angažovanih na realizaciji projekta. Upravo zbog ovakve nove uloge inženjera-energetičara, on u toku školovanja mora da razvija i sopstvene kvalitete humanosti. Ovo tim pre, jer je epoha sigurnih i dominantnih hijerarhija već prilično dugo iza nas, a pogotovo ona epoha u kojoj su dominirala univerzalna rešenja. Nema više mesta ni insistiranjima na strogoj pridržavanju nekih unapred „svestrano“ pripremljenih rešenja, a ni korišćenju argumenata autoriteta bez uzimanja u obzir humanih dimenzija svakog projekta i svake projektne organizacije.

5. Kompetencije savremenih inženjera u makazama „očekivanja poslodavaca – želje studenata“

Naša iskustva, ali i ona literaturna koja se bave potrebama savremenih preduzeća (malih, srednjih i velikih, a posebno malih i srednjih) za kompetencijama koje treba da ima poželjni inženjer-energetičar pokazuju da ona preferiraju inženjere koji imaju i „nešto više od znanja“, jer su se u toku svoje razvojne istorije uverila da su njihova stvarna bogatstva sadržana u kvalitetu i sadržaju kompetencija svojih zaposlenih. Preduzeća upravo zbog toga i zapošljavaju one mlade inženjere koji imaju:

- veći stepen inovativnosti,

⇒ energija

- dokazane i brojnije kompetentnosti na akademskim projektima urađenim u toku studija,
- izraženiju adaptivnost na nove uslove
- kreativnost.

Posebno je važno naglasiti da preduzeća prilikom zapošljavanja među glavne kriterijume za prijem novih inženjera stavljaju njihovu sposobnost da:

- rade sa ekipom na terenu, i da
- ekipi u kojoj dejstvuju uspešno prenese svoje ideje i imaginaciju,

jer im je iskustvo pokazalo da inženjer nije više izolovani super-tehničar koji u svom birou samo sprovodi proračune i analizira rezultate tokom celog dana. Inženjer je, dakle, lice koje komunicira sa drugima, razmenjuje znanja, vodi tim, animira ga, izveštava svoje saradnike i poslovne partnere. Preduzeća, dalje, od svojih inženjera očekuju da su u stanju da prihvate i unaprede postojeće korporativne vrednosti (korporativnu kulturu) preduzeća, kao i to da njihove kompetencije ne prestanu na „kapiji preduzeća“. Ovo zbog toga što poslodavci smatraju, u skladu sa savremenom korporativnom kulturom, da inženjeri treba da imaju i glavne uloge u odnosima preduzeća i okruženja definisanog mnogobrojnim lokalnim i globalnim partnerskim mrežama. Interesantno je istaći i to da savremena preduzeća traže od svojih inženjera da umaju na pravi način da se postave u svakoj situaciji i da svaka takva postavka doprinese uspešnom završetku projekta i podizanju ugleda preduzeća u kome je zaposlen.

Prethodna očekivanja poslodavaca i njihovih preduzeća od inženjera koje zapošljavaju su, dakle, veoma profilisana i zahtevna. S druge strane, studenti tehničkih fakulteta žele:

- optimizaciju svoga studijskog angažmana i smanjivanje obima nastavnih planova i programa,
- aktivnije i atraktivnije pedagoške metode, koje više odgovaraju modernom informatičkom društvu u kome su odrastali i u kome studiraju i
- izgradnju kompetencija koje preferiraju poslodavci, i to onih koje će im u najkraćem mogućem roku omogućiti dobru zaradu i punu društvenu promociju.

Burne promene u društvenim strukturama, novi odnosi koji se uspostavljaju u porodici i tzv. porodično samoobrazovanje mladih, stvaraju veliku odbojnost studenata prema jednosmernoj hijerarhiji koju preferira najveći broj današnjih univerzitetskih nastavnika, pa se iz tog razloga javlja i dodatan zahtev za bitnom modifikacijom odnosa nastavnik-student.

Stvaranje odgovorne osobe i poželjnog stručnjaka za preduzeće, uz uvažavanje dostignutih kulturoloških i psihofizičkih karakteristika savremenih studenata inženjerije ne omogućavaju „pedagogija i pravila koja važe za sve“. Brojni su nastavnici univerziteta koji se žale na nedostatak odgovornosti kod svojih studenata. Međutim i gradnja odgovornosti je sastavni deo procesa studiranja za čiji uspeh su podjednako odgovorni i nastavnik i student. Prema našim nalazima, veliku ulogu u stalnim diskusijama o odgovornosti unutar univerzitetskog obrazovanja ima i nejasna definicija odgovornosti, koja lako menja svoj smisao u zavisnosti od konteksta u kome se koristi, jer se taj termin nekad može razumeti i kao moć, a nekad i kao odricanje, ali može imati i širok spektar drugih značenja između ove dve krajnosti. Oni nastavnici koji prigovaraju studentima da nemaju osećaj odgovornosti polaze, najčešće, od shvatanja da je odgovornost „odricanje“ i da zbog nespemnosti na odricanje studenti ne postižu rezultate koje oni smatraju prihvatljivim, a oni studenti kojima se zbog neodgovornosti prigovara smatraju, najčešće polazeći od shvatanja da je odgovornost „moć“, da im nastavnici svojim ponašanjem ne omogućavaju da budu odgovorni, jer im ne dozvoljavaju mogućnost da samostalno odluče šta je dobro za njih same.

Prema tradicionalnom shvatanju, rezultat rada studenta treba da bude novo znanje čiji se kvalitet i količina na kraju meri ocenom. Takvo shvatanje ne podrazumeva gotovo nikakvu odgovornost prema univerzitetu i društvenoj zajednici, što je u neskladu sa situacijom kada se mladi inženjer po zapošljavanju uključi u razne poslovne i društvene akcije, u kojima se njegova odgovornost meri stepenom korisnosti radnog angažmana za preduzeće ili neku društvenu asocijaciju. Dakle, na univerzitetu se odgovornost studenta meri prema njemu samome, a nakon zapošljavanja u odnosu na okruženje.

Upravo na menjaju shvatanja odgovornosti i nastavnika i studenta, **KEPT** je i započela svoj uspešni tranzicioni put prema podizanju nivoa kompetentnosti svojih studenata, posebno onih koje su u svakom razvojnom trenutku privrede najpoželjnije za poslodavce. Sa krilaticom „*autoritarni nastavnik je smetnja školovanju odgovornog i kompetentnog inženjera*“, **KEPT** je, koristeći niz novih edukacionih metoda, bitno podigla interesovanje mladih za studiranje Smera za energetiku i procesnu tehniku i učinila da se oni po

diplomiranju lako zapošljavaju, i da ih poslodavci veoma često radno angažuju i u toku studiranja.

6. Osvrt na nove pedagoške metode koje KEPT primenjuje u toku školovanja inženjera energetike i procesne tehnike

Dobar inženjer je onaj koji sumnja, koji ume da posumnja i u svoju sigurnost, ali i da na vreme prepozna svoje greške. On treba da je svestan činjenice da staro shvatanje o „savršenom tehničkom rešenju, metodi ili organizacionom modelu“ više ne „pije vodu“, i da se rešenja nijednog kompleksnog inženjerskog problema ne mogu apriori svrstavati u „dobra“, ili „loša“. Ambicija inženjera treba da bude da u datom kontekstu nalazi optimalne izbore između različitih manje ili više dobrih, odnosno loših, rešenja, pri čemu kod njega nikada ne sme da izostane ambicija da u svakom trenutku „vlada situacijom“. Inženjer se u toku svoje karijere ne sme oslanjati samo na dedukciju i svoja matematičko-mehanička znanja, već u toku studiranja, a i kasnije, mora u dovoljnom stepenu da unapredi svoju intuitivnost, entuzijazam i svoju inženjersku harizmu, što će mu pomoći da brzo postane koristan i poželjan timski igrač, koji se u interesu uspešne realizacije projekta može, bez hijerarhijske i/ili stručne sujete, uvek osloniti na specijaliste koji od njega više znaju.

Inženjerski poziv je oduvek odgovoran. Sada je u tom pozivu novo što inženjer postaje sve autonomniji u obavljanju i organizovanju poverenih poslovnih aktivnosti, ali i da se vrednuje prema postignutim rezultatima. Savremeni inženjer mora da bude obučen da se ponaša kao preduzetnik i da bude spreman da preuzima rizik. Preuzimanje rizika nije spontani proces. Zbog značaja i napora koji je potrebno uložiti da bi se usvojilo preduzetničko ponašanje i spremnost za preuzimanje rizika potrebno je da kompletne studije inženjerije budu prožete takvim sadržajima.

Mislimo da je na ovom mestu važno spomenuti još nekoliko činjenica koje su važne za školovanje uspešnog i za poslodavce poželjnog inženjera.

Prvo, ističemo činjenicu da savremeni inženjer svoju karijeru ostvaruje u uslovima koji mu omogućuju gotovo trenutno, masovno i jeftino prilaz neophodnim informacijama u bilo kojem delu sveta, kao i to da se u preduzetničke i poslovne timove koji se formiraju oko uspešnih projekata sve češće uključuju saradnici iz različitih zemalja, koji svojom poslovnom

kulturom, jezikom i navikama zahtevaju od inženjera pojačanu internu i eksternu mobilnost i izrazitu kulturološku, rasnu i versku toleranciju. O dobrom znanju bar jednog svetskog jezika da ne govorimo!

Drugo, sve masovnija svest o prostorno-bilansno-vremenskim ograničenjima svih resursa na planeti Zemlji, i mnogim uzročno-posledičnim vezama između aktivnosti čoveka i njegovog okruženja, kao i o konfliktima koji nastaju na tim osnovama, nameće još jednu bitnu komponentu koja mora biti sadržana u obrazovnom programu inženjera-energetičara, a koja se odnosi na ovladavanje filozofijom održivog razvoja i kompleksnih metoda za doprinosenje takvom razvoju oslonjenih na principima:

- predostrožnosti,
- prevencije,
- očuvanja i
- participacije.

Treće, u skladu sa novim funkcijama inženjera-energetičara, jasno je da on mora u toku školovanja da razvije smisao za praktičnu (tzv. inženjersku) matematiku i za korišćenje postojećih veoma produktivnih softverskih alata za proračune, simulacije i projektovanje, jer matematički modeli inženjerskih problema i kompleksni projekti koji se moraju realizovati u ugovorenim rokovima, koji će biti sastavni deo njegove prakse, postaju sve složeniji i zahtevniji, i prosto nagone inženjera da se odvoji od teoretizacije i formalizacije.

Četvrto, s obzirom na buran tehničko-tehnološki progres i stalna prilagođavanja preduzeća novim zahtevima tržišta, obrazovanje inženjera ne sme biti prejako profilisano, i mora mu ostaviti dovoljan prostor za kasnija prilagođavanja zahtevima poslodavaca i za uklapanja u nove projektne i upravljačke inicijative.

Pedagoške metode koje je **KEPT** odavno usvojila i koje uspešno sprovodi pokazale su da mogu pomoći u formiranju inženjera-energetičara sa atributima koje savremeni inženjer mora da ima, a koji su prodiskutovani u prethodnom tekstu. Zbog toga što mislimo da one mogu biti korisne i pri školovanju inženjera drugih profila, a posebno što bi njihova masovnija primena mogla podstaći interesovanje mladih za studiranje tehničkih fakulteta i efikasniju produkciju inženjera bez kojih Srbija nema šanse za privredni i ekonomski napredak, u nastavku ćemo izložiti osnovne karakteristike četiri pedagoške metode koje su postale sastavni deo naših studijskih programa, i ukratko se osvrnuti na posledice njihove promene.

1. Primena *metode obuke studenata posredstvom konkretnih inženjerskih problema*, stavila je naše studente u poziciju aktivnih činilaca saznanog procesa i eliminisala njima neomiljene pasivne pedagoške metode koje podrazumevaju studenta kao običnog primaoca znanja i profesora kao interpretatora i davaoca tog znanja. Ova komponenta edukacionog procesa omogućuje istovremeni razvoj strategije:

- rešavanja problema,
- sticanja znanja iz pojedinih inženjerskih disciplina i
- transverzalnih inženjerskih kompetencija.

Sušтина ove metode je da se grupi studenta postavi problem čijim rešavanjem oni istovremeno postaju primaoci i znanja, i kompetencija. Metoda obuke studenata posredstvom konkretnih inženjerskih problema podrazumeva spremnost studenata za timski rad i autonomnost u rešavanju postavljenog problema, ali zahteva i smanjenje obima „tutorisanja“ od strane profesora, čija se uloga svodi na to da pomogne studentima da formiraju svoju strategiju rešavanja problema i svest o dostignutom nivou tih sposobnosti. Veoma je važno da se u toku ovako organizovanog saznanog procesa kod studena razvijaju sposobnosti za:

- kreiranje kvalitetnih međusobnih odnosa unutar tima/grupe,
- upravljanje promenama koje rad na svakom kompleksnom zadatku sa sobom nosi i
- pravilno i objektivno samoprocenjivanje studenata.

2. Primena *metode obuke studenata posredstvom projekata* je po svojoj suštini nastavak metode obuke studenata posredstvom konkretnih inženjerskih problema. Ona je znatno manje orijentisana na učenje u okviru pojedinih nastavnih disciplina, a znatno više na razvoj transverzalnih kompetencija studenta. U osnovi ove metode je obučavanje studenata da moraju primenjivati proverene inženjerske metode i alate da bi bili sigurni da će u predviđenom vremenu ostvariti očekivane profesionalne rezultate. Dakle, glavni parametar u obuci posredstvom projekata je vreme, jer su stvarni inženjerski projekti dinamički procesi koji imaju svoj početak i kraj, tj. da imaju strogo determinisano vreme realizacije.

Uspeh projekta ocenjuje se prilično različito nego pri klasičnom ocenjivanju studenata i meri se na osnovu višekriterijumske analize koja obuhvata:

- objektivne pokazatelje (kao na primer - poštovanje tehničkih uslova, kvalitet

rezultata, poštovanje cene i rokova), ali i

- subjektivne pokazatelje (poput - originalnosti realizacije, lepote ostvarenih rezultata, a često i sposobnosti ekipe da se istakne).

Evaluacija obučenosti studenata po ovim kriterijumima ima za cilj da ih pripremi za suočavanje sa realnim životom i za integraciju kriterijuma prema kojima će biti ocenjivani tokom celog svog profesionalnog veka.

Metoda obuke studenata posredstvom projekata zahteva uspostavljanje prakse redovnih sastanaka u vezi sa praćenjem rezultata i dinamikom njihovog ostvarenja, i pruža mogućnost i studentima i profesoru da koriguju intenzitet i kvalitet svog angažmana. Profesor koji koristi ovakvu metodu, svoju edukacionu funkciju ostvaruje više kroz praćenje nego kroz vođenje studenata, pri čemu treba da teži da studenti postanu svesni različitih aspekata projekta, kao i da olakša proces rekonstrukcije razvoja projekta i konceptualizacije metodologije za što objektivnije procenjivanje napredovanja projekta i svakog člana tima.

3. Primena *metode obuke studenata za njihovo otvaranje prema drugim kulturama* se naslanja na prethodne dve edukacijske metode čiji je zajednički imenilac – obavezivanje studenata da rade sa drugima, tj. da razvijaju sposobnost slušanja drugog i da podižu pragove svoje tolerancije. Primena ove metode pomaže da student postane svestan realnosti da njegov način mišljenja nije univerzalan i da svi ne razmišljaju na isti način kao on, kao i da je nametanje sopstvenih stavova po svaku cenu u neskladu sa interesima i učenicima tima kao celine.

Postojeće informatičke i komunikacione tehnologije omogućuju studentima da brzo upoznaju druge kulture, pa je zbog toga neoprostivo da ostanu u ubedenju da su oni „centar sveta“. Ova metoda obučavanja omogućuje pripremu mladih inženjera za novouspostavljene principe funkcionisanja preduzeća, jer će se tokom svog profesionalnog života veoma često nalaziti u situacijama da treba da zadovolje klijente različitih kultura, kao i sve češće sopstveno uključivanje u ekipe koje čine komercijalisti, dizajneri, arhitekta, urbanisti, sociolozi, lekari, ekonomisti ...

4. Primena *novih sredstava tehničkog napretka u obuci studenata* koja se, pre svega, oslanja na:

- širok, brz i prosto neograničen pristup informacijama i elektronskim bazama znanja, i na

energija

- postojanje ogromnog broja softverskih alata za matematičko modeliranje fizičkih procesa, njihovu simulaciju u realnom vremenu, konstruisanje i projektovanje, ali i za organizovanje i praćenje realizacije kompleksnih projekata.

Primena novih sredstava tehničkog napretka u obuci studenata učinila je prevaziđenom praksu u kojoj se profesor postavlja kao glavni, a ne tako retko i jedini, izvor informacija i uslovlila da se njegova uloga usmeri na osposobljavanje studenata za brzo i svrsishodno odabiranje relevantnih informacija, i na njihovu

analizu, sintezu i prezentaciju. Nove informatičke tehnologije i razvijeni softverski alati koje se koriste u toku obuke, bitno utiču i na promenu odnosa studenata inženjerije u odnosu na poimanje matematičkog modeliranja fizičkih pojava, jer savremeni personalni računari koji su postali veoma dostupni našim studentima, svojim ogromnim kapacitetima i svojom operabilnom brzinom omogućavaju proračune i vizualizacije veoma kompleksnih za inženjere bitnih fizičkih procesa i mnogostruko olakšavaju, standardizuju i ubrzavaju izradu virtualnih 3D modela inženjerskih konstrukcija.

U tom kontekstu, primena novih sredstava tehničkog napretka učinila je da se u nastavi više pažnje može posvetiti razumevanju suštine fizičkih i metodoloških problema, jer je obuku studenata za rešavanje jednačina potisla u drugi plan i učinila je manje bitnom u strukturi poželjnih inženjerskih kompetencija.

Na slici 1. fotografijama je ilustrovano nekoliko interesantnih detalja nastalih tokom višegodišnje primene novih pedagoških metoda koje KEPT koristi u toku školovanja inženjera energetike i procesne tehnike.

Slika 1 Ilustracija detalja vezanih za implementaciju novih edukacijskih metoda KEPT



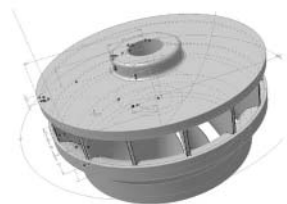
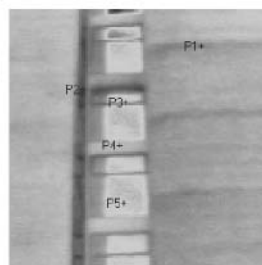
a) Pažljivi slušaoci i strogi ocenjivači – detalj sa jedne od završnih studentskih radionica



b) Tim A u napadu - Prezentacija (odbrana) projekta visokoučinskog ventilatora



c) Studentska torta Tima P posle uspešne prezentacije i odbrane projekta postrojenja za energetska korišćenje otpadnih automobilskih guma i polusatnog nastupa na televiziji



d) Predavanje jednog od studenata i ilustracija dela rezultata studentskih timova



e) I sarma može da bude srpski brend (detalj jedne od završnih radionica)



f) Važno je svoj tim što efektivnije i lepše predstaviti (detalj jedne od završnih radionica)



g) Iznenađenje za kolege – ukusna pogača i kajmak nakon odbrane projekata i objavljivanja prve studentske monografije

Slika 1 Ilustracija detalja vezanih za implementaciju novih edukacijskih metoda KEPT (nastavak)



h) Javna prezentacija studentskog projekta o povećanju energetske efikasnosti vinarije „Aleksandar“ u svečanoj sali vinarije



i) Degustacija vina i ručak koji je vlasnik vinarije priredio za studente i goste nakon prezentacije projekta

7. Kratak prikaz uticaja primene novih pedagoških metoda KEPT na opredeljivanje mladih za studiranje energetike i procesne tehnike na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu

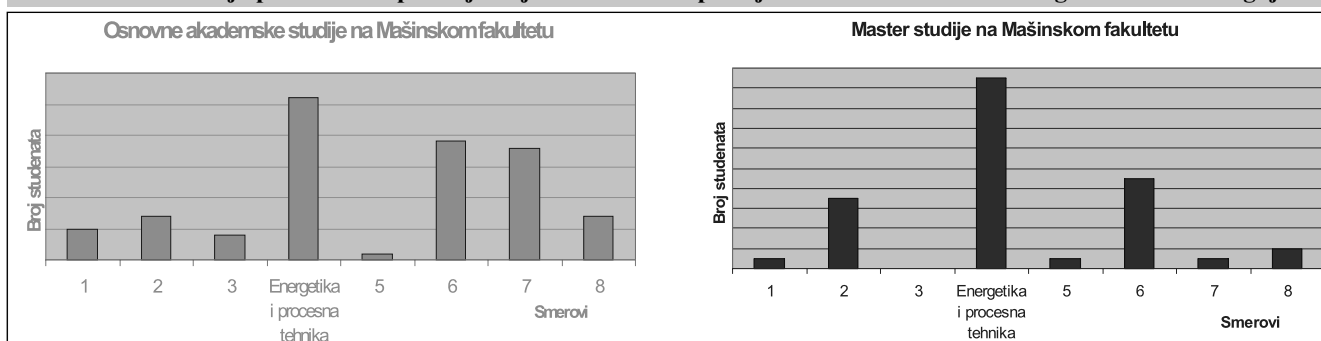
Tih i postepeni zaokret interesovanja mladih za studije energetike i procesne tehnike na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu započet je osamdesetih godina prošlog veka. Više intuitivno,

nego na osnovu saznanja kako to rade drugi, počeli smo da menjamo tradicionalni koncept studiranja i da ga usmeravamo prema onim ciljevima koji se danas nazivaju „*novom inženjerskom školom*“. Početna nerazumevanja, pa i direktna protivljenja našem novom modelu školovanja inženjera, slabila su sa protokom vremena, da bi danas postala koncept koji i sve ostale obrazovne celine na fakultetu

pokušavaju da implementiraju u svoju metodologiju rada sa studentima.

Šta bi mogla doneti pažljiva i sistematična primena iskustava **KEPT** na omasovljavanju studija na tehničkim fakultetima u Srbiji, možda najrečitije ukazuju grafički podaci izloženi na *slici 2.*, koji govore o tome kako su se studenati opredeljivali prošle godine za studiranje na postojećim smerovima Mašinskog fakulteta u Kragujevcu.

Slika 2 Vizualizacija podataka o opredeljivanju studenata na postojećim smerovima Mašinskog fakulteta u Kragujevcu



8. Literatura

1. Rober Žermine: Inženjer kao predvodnik demokratije, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd 2008.
2. Dokumentacija Katedre za energetiku i procesnu tehniku Mašinskog fakulteta u Kragujevcu
3. <http://www.pedagog.org.yu/evropska%20unija.php>
4. Aleksandra Mudrinić Ribić: Uloga on-line nastavnika u e-obrazovanju, Edupoint časopis, Studeni 2005. / godište V / ISSN 1333-5987
5. Renato Jerončić: Bolonjski proces i tržište rada – sadašnje stanje i buduće smjernice, Drugi hrvatski seminar o

Bolonjskom procesu, Split, 13. i 14. svibnja 2005.

6. Dejan Đorđević: Progresivna marginalizacija planera, http://www.ingkomora.org.yu/glasnik/01/?id=c101_07