

U POVODU 100. GODIŠNJICE FKIT-a



Z. Gomzi*

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb

Kemijsko inženjerstvo na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije

O počecima uvođenja sadržaja iz područja kemijskog inženjerstva u visokoškolsku nastavu u Republici Hrvatskoj pisano je u više navrata.¹⁻⁹ Treba istaknuti da se kemijsko inženjerstvo od početka veže uz Sveučilište u Zagrebu, a današnji Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) sljedbenik je svih organizacijskih oblika nastalih tijekom proteklih stotinu godina. Ukratko se spomenimo najvažnijih datuma i događaja vezanih uz uvođenje sadržaja iz područja kemijskog inženjerstva u visokoškolsku nastavu i razvoja kemijskog inženjerstva kao znanstvene discipline u Republici Hrvatskoj.

Počeci kemijskog inženjerstva u Hrvatskoj mogu se pratiti od osnivanja *Kemičko-inženjerskog odjela* pri Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu, tj. od 1918. godine. Tadašnji nastavni program odražavao je znanje iz kemijskog inženjerstva primjerenog tom vremenu. Uglavnom, to se svodilo na opis raznih kemijskih tehnologija koje su u to doba postojale u industrijskoj praksi razvijenih zemalja ili su bile prisutne u tadašnjoj hrvatskoj industriji. Treba se prisjetiti da je sinteza amonijaka po Haber-Boschu iz 1912. bila prva značajna kemijska tehnologija u svjetskim okvirima u koju su bila uključena znanja i osnovni elementi kemijskog inženjerstva. U Hrvatskoj sinteza amonijaka postoji od 1962. god. a izvedena je za potrebe proizvodnje umjetnih gnojiva u INA-i – Tvornici petrokemijskih proizvoda. Kemičko-inženjerski odjel u više je navrata mijenjao nazive, ali treba naglasiti da je današnji FKIT zapravo sljedbenik tog Odjela.

Sukladno promjenama u definiranju kemijskog inženjerstva i njegova poimanja kao jedne od četiriju temeljnih tehničkih znanstvenih disciplina mijenjala se organizacijska struktura i program nastave. Tako se 1926. ukida Tehnička visoka škola, koja postaje Tehnički fakultet s Kemijsko-inženjerskim odjelom kao jednom od sastavnica. Tehnički je fakultet odlukom Sabora 1956. podijeljen u četiri nova fakulteta od kojih je jedan Kemijsko-prehrambeno-rudarski fakultet, u kojem su objedinjena dotadašnja tri odjela. Statutarnom odlukom iz 1961. Fakultet mijenja naziv u Tehnološki fakultet. Te se iste godine osnivaju i dva odjela u Sisku: Metalurški i Naftno-petrokemijski. Već 1965. izdvaja se Rudarski odjel koji od tada djeluje kao Rudarsko-geološko-naftni fakultet. Do daljnje reorganizacije Tehnološkog fakulteta dolazi 1974. kada nastaje šest novih organizacijskih jedinica nazvanih institutima. Međutim, već 1978. izdvaja se Metalurški odjel u samostalni fakultet, a godinu dana kasnije izdvaja se i Odjel Prehrambeno-biokemijskog inženjerstva te nastaje samostalni Prehrambeno-biokemijski fakultet. Konačno, 1991. nastaje samostalni Tekstilno-tehnološki fakultet i ustrojava se Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, koji zadržava taj naziv do današnjih dana.

U svim promjenama i reorganizacijama Kemijsko inženjerski studij poprimio je strukturu i obuhvaćao je kolegije koji su uglavnom pratili trendove razvoja kemijskog inženjerstva u svjetskom okruženju. Najbolji pokazatelj razvoja kemijskog inženjerstva je uvođenje osnovnih kemijsko-inženjerskih disciplina u nastavu



kemijskog inženjerstva u Hrvatskoj. Na poticaj Rikarda Podhorskog, kojega je 1926. god. Franjo Hanaman izabrao za asistenta i kasnije za nasljednika na Kemijskom odsjeku Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, u visokoškolsku nastavu uvode se kolegiji "Kemijsko tehnološko računanje" (1936.) i "Operacije kemijske industrije" (1941.), što se može smatrati početkom moderne nastave iz kemijskog inženjerstva u tadašnjoj Hrvatskoj. Na novo ustrojenom Procesno-inženjerskom smjeru tadašnjeg Kemijsko-tehnološkog odjela 1971. god. uvode se kolegiji: *Modeliranje u kemijskom inženjerstvu*, *Dinamičko programiranje u kemijskom inženjerstvu*, *Industrijska kibernetika* te *Projektiranje aparata i postrojenja procesne industrije*. Nadalje, 1977. kao obvezatni kolegiji uvode se *Reakcijsko inženjerstvo*, *Termodinamika realnih sustava*, *Projektiranje procesa i postrojenja* te *Mjerenje i automatsko vođenje procesa*, koji predstavljaju ključne sadržaje u području kemijskog inženjerstva i do danas su, pod neznatno promijenjenim nazivima, neizostavni dio nastave iz kemijskog inženjerstva, što je u skladu s preporukama Europske federacije kemijskih inženjera (EFCE).¹⁰ Velika reorganizacija nastave, uvjetovana tzv. Bolonjskim procesom, nastala je 2005. kada se na FKIT-u osnivaju četiri nova studija na preddiplomskoj i diplomskoj razini. Jedan od novoosnovanih bolonjskih studija – studij *Primijenjene kemije* – nema završnicu u području tehničkih znanosti, već u prirodnim znanostima. Od ostala tri studija jedino studij *Kemijsko inženjerstvo* zadržava sve kolegije koji su potrebni za izobrazbu inženjera sposobnog za rad u industrijskoj praksi, dok su ostali

* Prof. emeritus Zoran Gomzi,
e-pošta: zgomzi@fkit.hr



Slika – Panoramski snimak zgrada Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije na Marulićevu trgu 19 (lijevo) i 20 (desno)
(foto: Zvonimir Katančić)

studiji “obojani” sadržajima iz kemije i inženjerstva materijala ili inženjerstva okoliša, iako je takve sadržaje u suštini teško izdvojiti iz uobičajenog programa modernog studija kemijskog inženjerstva. Iz ove je kratke kronologije uvođenja kolegija s kemijsko inženjerskim sadržajima u nastavne planove studija FKIT-a vidljivo da je današnji studij Kemijskog inženjerstva podudaran sa studijima kemijskog inženjerstva na uglednim stranim sveučilištima, a ostali studiji nastali su kao rezultat prilagodbe društvenim okolnostima i zakonodavstvu kojim se regulira znanstvena djelatnost i visoko obrazovanje. Ustvari, to je potvrda činjenice da je današnje kemijsko inženjerstvo tehnička znanstvena disciplina koja je zaokružila svoje područje i dobila konačni sadržaj, a daljnji napredak nalazi se u primjeni tog znanja i povezivanju sa sadržajima iz drugih tehničkih i prirodnih znanosti. Treba još jednom naglasiti da je kemijsko inženjerstvo već u samim počecima nastalo iz potrebe za povezivanjem sadržaja iz temeljnih prirodnih i tehničkih znanosti uz dodatne sadržaje iz informatike, procesne ekonomike i ostalih disciplina.

U godinama prije 2. svjetskog rata, ali i desetak godina nakon toga, nazivi “kemijska tehnologija” i “kemijsko inženjerstvo” nisu se razlikovali po sadržaju, što se vidi i po nazivu tadašnjih studija. To je vrijeme kada se u svjetskim mjerilima intenzivno razvija kemijsko inženjerstvo kao zasebno znanstveno područje, uz tri osnovne discipline: mehanički, toplinski i separacijski procesi, reakcijsko inženjerstvo te analiza, sinteza i vođenje procesa. Postupno uvođenje novih sadržaja, odnosno disciplina kemijskog inženjerstva u nastavne programe studija FKIT-a to i potvrđuje. Postoji i dodatni razlog koji je pridonio profiliranju studija kemijskog inženjerstva nakon 2. svjetskog rata. U razdoblju nakon rata pa sve do sredine 70-ih godina prošloga stoljeća u Hrvatskoj, kao i u tadašnjoj Jugoslaviji, bio je velik zamah industrijalizacije odnosno bila je intenzivna izgradnja tvornica u kojima su bili dominantni kemijski procesi. U to doba uvodile su se nove sinteze farmakološki aktivnih tvari u “Plivi”, proširivao se “Chromos”, podizao se kompleks “OKI”-ja, otvorena je tvornica dušičnih gnojiva u Kutini, “Jugovinil” u Splitu i druga industrijska postrojenja. Novi pogoni zahtijevali su i odgovarajuće stručne djelatnike, pa tako i mnogo inženjera koji su u stanju rukovati, pratiti ili čak mijenjati za to vrijeme složenu tehnologiju. Stoga ne čudi da je upravo kemijsko inženjerstvo na FKIT-u imalo veliku ulogu te da je dio tada mladih nastavnika zdušno radio na promicanju kemijskog inženjerskih sadržaja i njihovom uvođenju u nastavne planove studija. U tom su se razdoblju u nastavne planove uveli svi osnovni sadržaji – od prijenosa tvari i topline, reakcijskog inženjerstva do vođenja i projektiranja. U to vrijeme mnogi nastavnici FKIT-a sudjelovali su u značajnim projektima vezanim za razvoj ili pri-

mjenu proizvoda u nastalim industrijama. Postojala je i jaka veza između nastavnika na Fakultetu i znanstvenika koji su djelovali u istraživačkim institutima osnovanim u pojedinim industrijama. Najpoznatiji primjeri su Institut u tadašnjoj Ini, Institut u Plivi, Institut u Chromosu i drugim većim industrijama. Kao posebnost može se spomenuti da je u Tvornici Chromos osnovan poseban laboratorij za kemijsko inženjerstvo. Smatram da je to bila jedina organizacijska jedinica u industriji koja je bila namijenjena za specifična istraživanja u kemijskom inženjerstvu. Izgradnja novih pogona i postrojenja kemijske industrije polako posustaje 80-ih godina prošlog stoljeća, a nakon toga ubrzo dolazi i Domovinski rat koji situaciju potpuno mijenja. Nakon rata mijenja se vlasnička struktura, pri čemu samo neke od velikih industrija kao što su Petrokemija Kutina i INA ostaju u državnom vlasništvu, a ostala se privatiziraju i prolaze kroz najrazličitija razdoblja prilagodbe tržištu. Pojedine tvornice nestaju, neke se dijele u nekoliko pogona, a samo rijetke preživljavaju. Sve to ima velikog utjecaja i na nastavu kemijskog inženjerstva na FKIT-u. Smanjuje se potreba za inženjerskim kadrom, a pogoni koji opstaju u industriji ili poneki novi zahtijevaju nova specifična znanja posebice u području vođenja. Nažalost, prema mojem mišljenju, FKIT nije u potpunosti prilagodio svoju strategiju razvoja takvoj situaciji. U nedostatku zapošljavanja u proizvodnim pogonima, diplomirani inženjeri FKIT-a nalaze zaposlenja u najrazličitijim ustanovama na radnim mjestima koja ponekad i nemaju mnogo zajedničkog s njihovim školovanjem. Danas na Fakultetu postoje studiji u kojima kemijsko inženjerstvo nije dominantno. Stoga, kada se danas govori o studiju kemijskog inženjerstva, to se u suštini odnosi samo na jedan dio studijskih programa – uglavnom na studij Kemijskog inženjerstva, koji je do današnjih dana uglavnom ostao prepoznat na tržištu rada.

Znanstveni rad djelatnika Fakulteta od Domovinskog rata nadalje uglavnom je određen prihvaćanjem znanstvenih projekata, bilo domaćih bilo međunarodnih. Znanstveni projekti su većinom interdisciplinarni i malo je onih koji se odnose na specifična kemijsko-inženjerska istraživanja. Još manji je broj stručnih projekata koji nastaju u neposrednoj suradnji s industrijom. Treba se zamisliti i odgovoriti na pitanje: kakva je budućnost nastave i znanstvenih istraživanja sa sadržajima kemijskog inženjerstva na Fakultetu? Očigledno, malo je vjerojatno da će se pokrenuti neka veća industrijska proizvodnja kemijskih proizvoda. Iz toga slijedi da treba pronaći mjesto u onoj proizvodnji u kojoj barem na nekim mjestima postoji potreba za kemijsko inženjerskim znanjima. A tih mjesta, odnosno područja i tehnologija ima zaista mnogo. Pri tome je važno da kemijski inženjer posjeduje cjelovito i kvantitativno razumijevanje inženjerskih i znanstvenih principa

koji su suština svih kemijsko-tehnoloških procesa. To uključuje poznavanje primijenjene matematike, bilanci tvari i energije, termodinamike, mehanike fluida, prijenosa energije i tvari, separacijskih tehnologija, kinetike kemijskih reakcija i izvedbi reaktora te vođenja i projektiranja procesa. Zbog širine djelovanja kemijski inženjer može naći zaposlenje u širokom području najrazličitijih djelatnosti. Na primjer, danas se pridaje velika pažnja zaštiti okoliša, a s tim u svezi postoji iznimno velik broj problema koji su usko vezani za primjenu kemijskog inženjerstva – od metoda uklanjanja opasnih organskih supstancija iz voda, zraka i tla ili supstancija iz otpadnih tokova do projektiranja uređaja za te iste svrhe. O budućnosti kemijskog inženjerstva u svijetu vrlo instruktivan tekst objavio je prof. Charpentier¹¹ u našem časopisu "Kemija u industriji" 2003. godine. Naravno, prethodno spomenuti problemi su interdisciplinarni i zahtijevaju usku suradnju sa stručnjacima iz drugih znanstvenih područja. Nadalje, kemijski procesi u mnogim tehnologijama danas zahtijevaju dobro vođenje, što ostavlja mogućnost zaposlenja našim inženjerima, upravo zbog posjedovanja kompetencija nužnih za povezivanje procesne jedinice i metode vođenja. Za tu svrhu potrebni su odgovarajući modeli kojima se ostvaruje takvo povezivanje. Prema tome, modeliranje i vođenje procesa može biti karika koja će povezati kemijskog inženjera s drugim stručnjacima u svrhu dobrog vođenja procesa. I na kraju, kemijski inženjeri mogu se zaposliti diljem zajedničkoga europskoga prostora. A taj prostor već danas pruža mnoge mogućnosti – od zapošljavanja u znanstvenim institucijama i znanstveno-istraživačkog rada, do rada u neposrednoj proizvodnji. Jasno je da uz postojeći stupanj razvoja hrvatske kemijske industrije i nedostatak ozbiljnih financijskih ulaganja velik društveni i politički problem predstavlja odljev kvalificiranih stručnjaka školovanih u Hrvatskoj.

S obzirom na gospodarsko stanje postojećih industrija u Hrvatskoj s uglavnom zastarjelom kemijskom tehnologijom, potrebno je i nastavne planove studija kemijskog inženjerstva prilagoditi sadašnjem trenutku. Sigurno je da današnji kemijski inženjer treba biti usmjeren na dobro poznavanje temeljnih kemijsko-inženjerskih znanja koja u osnovi sadrže pojam procesnog prostora kao ishoda

za promišljanje svih mogućih problema koji se mogu pojaviti u današnjim tehnologijama suvremenog gospodarstva. Kemijski su inženjeri više od bilo koje druge tehničke struke razvili širinu pristupa rješavanju zadataka i pritom su stekli vještine projektiranja i izgradnje kompleksnih proizvodnih procesa i njihova vođenja. Oni jednako dobro vladaju znanjima o kemijskim promjenama, kao i znanjima o hidrodinamici i procesima prijenosa tvari i energije. Znaju ih predočiti matematičkim modelom, proučavati simuliranjem, primijeniti ih pri razvoju procesa i tehnologija, pa ih i voditi svrhovito i ekonomično služeći se jednako tradicionalnim i suvremenim metodama i tehnikama. Znanja, vještine i kompetencije iz kemijskog inženjerstva primjereni su za razvoj naprednih tehnologija i funkcionalnih proizvoda koji mogu udovoljiti najraznovrsnije potrebe čovječanstva, ne samo u pogledu vrste i svojstava konačnih proizvoda, njihove ekonomski prihvatljive i kvalitetne proizvodnje, nego i u pogledu zaštite okoliša, zdravlja i prehrane, sigurnosti te poboljšanja života u najširem smislu.

Multidisciplinarni, višerazinski pristup kemijskom inženjerstvu temelji se na modeliranju na razini molekula, razvoju znanstvene instrumentacije i snažnih računalnih alata sa sljedećim ciljevima:

- (1) porast produktivnosti i selektivnosti pomoću intenzifikacije inteligentnih postupaka i višerazinskog pristupa vođenja procesa;
- (2) izvedba nove opreme temeljene na znanstvenim principima i novim načinima proizvodnje odnosno intenzifikacija procesa;
- (3) primjena kemijsko inženjerske metodologije pri dizajnu produkta i procesa, od molekulske do procesne razine;
- (4) primjena višerazinskog kemijsko-inženjerskog modeliranja i simulacije realnih sustava od molekularne do proizvodne razine.

Takvi bi ciljevi trebali biti osnova za daljnje unaprjeđenje nastave, kao i za strategiju buduće znanstvene djelatnosti na FKIT-u.

Literatura

1. M. Bravar, Osnivanje i razvoj Odjela za studij kemijskog inženjerstva i tehnologije na Sveučilištu u Zagrebu, Spomenica u povodu proslave 60-obljetnice Kemijsko-tehnološkog studija na Sveučilištu u Zagrebu, Zagreb, 1980., str. 1–8.
2. B. Kunst, Uz 70. godišnjicu kemijsko-tehnološke nastave u Hrvatskoj, Kemijsko-tehnološki studij 1919. – 1989., Zagreb, 1989., str. 3–18.
3. M. Hraste, Zrcalo razvoja kemijskog inženjerstva u Hrvatskoj, Kem. Ind. 51 (3) (2002) 110–112.
4. M. Kaštelan-Macan, Osamdeset godina izobrazbe kemijskih inženjera u Hrvatskoj, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1999., str. 3–15.
5. M. Kaštelan-Macan, Vizionari kemijsko-inženjerskoga studija, Mentor, Zagreb, 2004.
6. J. Božičević, Z. Gomzi, M. Hraste, Kemijsko inženjerstvo u razvoju tehnologije, Susret generacija, Zagreb, 1990., str. 125.
7. M. Hraste, Prisjećanje na početke kemijskog inženjerstva u Hrvatskoj, Kem. Ind. 47 (12) (1998) 455.
8. M. Rogošić, Devedeset godina obrazovanja kemijskih inženjera, 1919. – 2009. Monografija, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009, str. 17–27.
9. V. Tomašić, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije danas, s pogledom na budućnost, 1919. – 2009. Monografija, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2009, str. 7–17.
10. EFCE Bologna Recommendations European Federation of Chemical Engineering (EFCE) Recommendations for Chemical Engineering Education in a Bologna Two Cycle Degree System, Kem. Ind. 54 (12)(2005) 560–562.
11. J. C. Charpentier, The Future of Chemical Engineering, Kem. Ind. 52 (9) (2003) 397–419.