

# mišljenja i komentari

Preporuke Europske federacije kemijskih inženjera

## Koliko smo blizu ili kako daleko?

M. Rogošić

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu

Kako je čitateljima Kemije u industriji već poznato,<sup>1</sup> dana 28. kolovoza 2010. Europska federacija kemijskih inženjera (EFCE) izdala je dokument pod naslovom *Preporuke EFCE-a za obrazovanje kemijskih inženjera u okviru bolonjskog sustava triju obrazovnih ciklusa/stupnjeva*.<sup>2</sup> Namjera je ovoga teksta da uspoređi *status quo* u obrazovanju kemijskih inženjera u okviru studija Kemijskog inženjerstva na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) Sveučilišta u Zagrebu s donesenim preporukama, da istakne mjesta gdje smo s njima potpuno usklađeni, gdje znatno odstupamo, pa postoje – možda – mogućnosti za određena poboljšanja, da smjesti naš studij u širi europski kontekst ili da – kako piše u podnaslovu – barem približno odgovori na pitanje: koliko smo blizu ili kako daleko?

### Uvodni dio preporuka

U uvodu spomenutih preporuka spominje se izjava sa skupova europskih ministara za visoko obrazovanje (koji su slijedili samu Bolonjsku konferenciju) da prvi i drugi ciklus obrazovanja trebaju imati različita usmjerenja i profile kako bi zadovoljili svu različitost osobnih, akademskih i tržišnih potreba. U skladu s tim, EFCE prepoznaje dva osnovna tipa obrazovanja kemijskih inženjera u prvom ciklusu u Europi; prvi je orijentiran pretežito istraživanjima (*bachelor*), a drugi više prema primjeni (*application-oriented*). Radi se o tro- ili četverogodišnjim programima, pri čemu *bachelor*-programi uglavnom pružaju mogućnost nastavljanja studija u okviru drugog ciklusa (*master*) u trajanju od jedne i pol ili dvije akademske godine.

FKIT se, u skladu sa svojim povijesnim razvojem, statusom članice Sveučilišta u Zagrebu, koje se nastoji profilirati kao istraživačko sveučilište, te naposljetku zahvaljujući svome znanstveno-istraživačkom potencijalu zamjetnom u hrvatskim okvirima, odlučio za varijantu istraživačke visokoškolske ustanove. Nekadašnji trogodišnji programi, poput programa obrazovanja inženjera za kožu i obuću, odnosno zaštite od požara, davno su napušteni. Specijalizirani programi usmjereni tekstilnoj, odnosno prehrambenoj industriji još su se ranije profilirali u zasebne sveučilišne sastavnice. U skladu s dogovorom unutar grupacije tehničkih fakulteta na Sveučilištu odlučili smo se za trogodišnji preddiplomski (*bachelor*) studij u okviru prvoga ciklusa obrazovanja na kojemu studenti stječu titulu prvostupnika, koji se može nastaviti dvogodišnjim diplomskim (*master*) studijem, nakon kojega studenti stječu titulu magistra struke. Nakon što je prva generacija studenata privela kraju prva dva ciklusa obrazovanja, mogu se izvući prvi zaključci.

– “Diversifikacija portfelja” studija na FKIT-u shvaćena je sasvim doslovno, ali je i utemeljena na znanstvenom i istraživačkom potencijalu i području djelovanja nastavnika Fakulteta. Osmišljena

su četiri paralelna studijska programa, studiji Kemijsko inženjerstvo, Kemija i inženjerstvo materijala, Ekoinženjerstvo te Primijenjena kemija, svaki u formatu 3+2 (trogodišnji preddiplomski i dvogodišnji diplomski studij). Studiji su, treba reći, prošli službene verifikacije, dobili dopusnicu za izvođenje od nadležnog Ministarstva i uspješno se provode. U tijeku je, međutim, interna analiza programa kako bi se utvrdila eventualna preklapanja sadržaja i moguće racionalizacije, da bi se unutrašnjom akcijom preduhitrla “govorkanja” o potrebi skorog smanjenja broja studija na sastavnica Sveučilišta u Zagrebu.

– Format 3+2 nije shvaćen ni prihvaćen ni od naših glavnih klijenata, naime naših studenata, a većim dijelom niti od potencijalnih poslodavaca. Udio studenata koji napuštaju Fakultet s titulom prvostupnika je zanemariv. Tako u prve tri generacije studenata koji su završili preddiplomske studije Fakulteta (generacije 2007./2008., 2008./2009. i 2010./2011.) od ukupno 225 promoviranih studenata samo jedan nije nastavio obrazovanje na diplomskim studijima Fakulteta, već je zbog potreba poslodavca koji ga je stipendirao prekinuo s daljnjim školovanjem. Studenti se, možda i s pravom, boje da ih tržište rada ne bi prihvatilo, ali tu Fakultet, osim povremene promidžbe, malo što može uraditi. Cijeli proces ovisi o puno više čimbenika od kojih je većina izvan našeg dosega. Ovdje je glavno pitanje daje li naš Fakultet svojim programima na preddiplomskom studiju suvislo i upotrebljivo znanje svojim studentima.

– Postoji određena tendencija unutarnje mobilnosti (prelaska studenata s jednog studija na drugi unutar Fakulteta); vanjska mobilnost također je prisutna – na prvu godinu diplomskih studija godišnje upisujemo nekoliko prijelaznika sa Sveučilišta u Zagrebu i drugih visokoškolskih institucija u RH, tako da se broj tih studenata u zadnje tri akademske godine redovito kretao na razini 10 % ukupno upisanih. Vanjska se mobilnost na diplomskim studijima potiče prilično fleksibilnom upisnom politikom i nepostojanjem razlikovnih kolegija. Tome je s jedne strane posljedica povećanje ukupnog broja studenata, dok se s druge strane studente naših preddiplomskih studija stavlja u formalno nepravedan položaj. Naime, prema dosadašnjim iskustvima naši studenti na preddiplomskim studijima savladavaju znatno zahtjevniji program od prijelaznika, posebice u području prirodnih znanosti. Treba, međutim, reći da neki od tih prijelaznika usporedno studiraju dva *master*-programa, jedan na našem, a drugi na svome “matičnom” fakultetu, što je zapravo vrlo zanimljiva pojava u okviru potencijalnog tržišta rada i možda putokaz našim istraživačima u kojem smjeru treba ići s inter- ili multidisciplinarnošću.

– Premda je trogodišnji program u Europi osmišljen, osim ostalog, i zato da se poveća završnost, tj. da se studentima koji ne mogu zadovoljiti kriterije *master*-programa omogućiti stjecanje akadem-

ske titule, prva iskustva FKIT-a pokazuju da će praktički svi studenti koji upišu drugi ciklus obrazovanja studij privesti kraju. Zlobnik će postaviti dvojbu: ili su svi vaši kandidati jako bistri ili Fakultet snižava kriterije. Činjenica je da je ukupna prolaznost na preddiplomskim studijima Fakulteta oko 25 % i na razini je prolaznosti dodiplomskog (starog) studija, što ide u prilog tvrdnji da Fakultet nije znatno mijenjao kriterije. Ipak, odgovor na to pitanje treba tražiti u širem kontekstu (vidi sljedeće točke)!

– Broj studenata koji upisuju FKIT u laganom je padu, što je trend koji bi svaka uprava htjela zaustaviti. Međutim i natalitet u RH istodobno pada, te je sve manje potencijalnih studenata. Istodobno, raste broj raspoloživih institucija visokog obrazovanja, što je Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa u protekla dva mandata sustavno podupiralo, zaključujući se u potrebu promicanja, između ostalog, “društva znanja” i “regionalnog pristupa” visokom obrazovanju. Rezultat – broj raspoloživih mjesta na visokoškolskim ustanovama već premašuje broj završenih srednjoškolaca. Je li takvo povećanje ukupnog broja studenata i diplomiranih tek “brz i kozmetički pristup” rješavanju loših statističkih pokazatelja obrazovne strukture hrvatskog društva?

– *Ad hoc* analiza koju smo prije dvije godine proveli na zahtjev potencijalnih studenata pokazala je da su diplomirani studenti FKIT-a (njih 50 – 60 godišnje) u razdoblju prije krize razmjerno brzo pronalazili poslove. Poslovi su bili vrlo raznoliki, ali je malo njih, prema mojoj ocjeni, zahtijevalo “istraživački” obrazovane kadrove. U ovom trenutku prema podacima Hrvatskog zavoda za zapošljavanje na tržištu rada je 60 diplomiranih kemijskih inženjera koji prvi put traže posao. Uzevši u obzir broj diplomiranih na FKIT-u i činjenicu da isti studijski program završava i određen broj studenata Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu, proizlazi da svi diplomirani studenti FKIT-a pronalaze posao unutar jedne godine od završetka studija. Prema svemu navedenom, čini se da i studenti i poslodavci od nas trenutačno očekuju da provodimo obrazovanje ne samo prema “istraživačkom” već i prema “primjenskom” pristupu.

U vezi s prethodnim točkama postavljaju se brojna pitanja na koje FKIT ne može dati točne odgovore, ali im svoju politiku mora intuitivno prilagoditi:

- Koliko će završenih srednjoškolaca upisati neku visokoškolsku ustanovu?
- Koliko će ih se odlučiti na obrazovanje u području kemijskog inženjerstva (Zagreb, Split, Osijek...)?
- Koliko je upisanih uopće zainteresirano završiti visoko obrazovanje (upis radi studentskih prava...)?
- Koliko je upisanih sposobno završiti visoko obrazovanje, na kojoj razini (prvi, drugi, treći ciklus) i s kakvim pristupom (istraživački ili primjenski), s obzirom na predznanje i kognitivne sposobnosti?
- Jesmo li uistinu spremni prilagoditi programe interesima studenata?
- Jesmo li uistinu spremni prilagoditi programe interesima poslodavaca?
- Jesmo li spremni nadoknaditi pad broja studenata inozemcima, tj. možemo li i hoćemo li predavati na engleskom jeziku?
- Hoće li inozemci biti kadri pratiti nastavu s obzirom na nekompatibilno osnovno i srednje školstvo (iskustva nekih zapadnoeuropskih zemalja pokazuju da masovan “uvoz” studenata može dovesti do pada razine visokoškolskog obrazovanja)?
- Koliko uopće Republici Hrvatskoj treba kemijskih inženjera? Što ćemo s eventualnim viškom/manjkom?
- Može li RH uopće priuštiti školovanje potrebnog broja kemijskih inženjera uz ovu razinu društvenog proizvoda?

Iz svega se navedenoga daje zaključiti da je FKIT dio posla koji je sam mogao obaviti u okviru prijelaza na novi sustav studiranja uspješno obavio, barem na formalnoj razini. Već to nas svrstava

među uspješnije na Sveučilištu i u državi. Međutim, dublji – strukturni – problemi nisu ni dotaknuti, niti su zapravo u našoj isključivoj nadležnosti ili moći odlučivanja.

## Upute za ocjenjivanje i akreditaciju

Prema Uputama Europske agencije za akreditaciju inženjerskih programa,<sup>3,4</sup> programi će se ocjenjivati prema tome kako ispunjavaju sljedeće ishode obrazovanja: znanje i razumijevanje, inženjersku analizu, inženjerski dizajn (projektiranje), istraživanja, inženjersku praksu te prenosive vještine. Udio pojedinih ishoda u ukupnom ishodu definira karakter studija, tj. radi li se o pretežito istraživački ili primjenski orijentiranom programu. Ishodi se ostvaruju putem: jezgrenog kurikulumu, podučavanja/učenja, industrijskog (praktičnog) iskustva, (unutarnjeg i vanjskog) praćenja i revizije obrazovnog procesa te studentskih ocjena/vrednovanja. Ishodi obrazovnih programa u kemijskom inženjerstvu trebaju naglasiti ono što treba biti zajedničko dobro obrazovanom kemijskom inženjeru. Dodatne teme u području znanosti, kemijskog ili srodnog inženjerstva ili u netehničkim područjima trebaju davati različita znanja, često izravno primjenjiva u različitim industrijama, i to je ono čime bi se kemijski inženjeri obrazovani na različitim institucijama međusobno trebali razlikovati. Preporuke Europske federacije kemijskih inženjera dotiču se stoga otprilike svega dvije trećine jezgrenog kurikulumu u preddiplomskom ciklusu (*bachelor*) i daju tek okvir za diplomski ciklus (*master*) obrazovanja kemijskih inženjera.

Prije prelaska na analizu pojedinih točaka i usklađenosti studija Kemijskog inženjerstva na FKIT-u treba napomenuti da se analiza može provoditi na formalnoj razini, što je mnogo lakše, i što zapravo insajderi-kreatori programa te autsajderi-ocjenjivači ili akreditatori najčešće i provode. Preporuke tu služe kao idealizirana slika i, slikovito, može im se pridružiti ocjena odličan. Za održiv je sustav – to znamo svi – i dvojka ponekad zlata vrijedna. S druge strane, dublja razina analize obuhvaćala bi sistematizaciju iskrenih osjećaja zadovoljstva ili nezadovoljstva sudionika obrazovnog procesa – nastavnika, studenata i na kraju poslodavaca – kvalitetom programa, kvalitetom nastavnika/kolega/suradnika/studenata, kvalitetom stečena znanja, kvalitetom i financijskim efektom zaposlenja i karijere u struci... Na taj dio analize znatno utječe opće mjesto visokog obrazovanja u društvu i svi problemi koji iz toga proizlaze (vidi raspravu u uvodnom dijelu preporuka). Ovdje ću se uglavnom baviti formalnom analizom. Analizirat ću, kako je već rečeno, isključivo studij Kemijskog inženjerstva.

## Jezgreni kurikulum / ishodi učenja

### A. Preddiplomski (prvi) ciklus

#### 1. Znanje i razumijevanje

Suvremeno obrazovan kemijski *bachelor* (prvostupnik) trebao bi steći opća znanja matematike, fizike, kemije i biologije da bi mogao razumjeti fenomene iz područja kemijskog inženjerstva. Od navedenog, sadašnji kurikulum Kemijskog inženjerstva na FKIT-u ne pruža formaliziran uvod u sve potrebna znanja iz područja biologije (biokemijsko inženjerstvo, ekoinženjerstvo), osim u okviru nekih izbornih kolegija. Treba međutim napomenuti da na FKIT-u i na Sveučilištu postoje izdvojeni studijski programi koji se bave problemima povezanim s prefiksima *bio* i *eko* i da se danas manje-više svi guraju u ta popularna područja. U svakom slučaju, ovdje je moguć napredak. Što se tiče fundamentalnih kemijsko-inženjerskih znanja, student u kurikulumu susreće kemijsko-reakcijsko inženjerstvo, procese prijenosa i separacijske procese te osnove mjerenja i automatskog vođenja. Zakinit je, donekle, u osnovama bioloških procesa na molekularnoj razini, pod uvjetom da se FKIT time hoće, može i smije baviti (trebao bi, gledajući preporuke i mogao bi, uzimajući u obzir kompetencije svojih nastavnika).

## 2. Inženjerska analiza

Očekuje se da je prvostupnik kadar identificirati, apstrahirati, formulirati i holistički rješavati probleme. Također, očekuje se da student primjenjuje načela sistemskog inženjerstva na analizu i vrednovanje produkata, procesa i metoda te da može primjenjivati suvremene metode analize, modeliranja, simulacije i optimiranja. Sadržaj kurikulum FKIT-a, ne toliko naslovima kolegija koliko njihovim izvedbenim programima, mogao bi biti čvršće okrenut sadržajima koji promiču inženjersku analizu iako je ona i sada u njemu zastupljena. Postojećem programu nedostaju sadržaji vezani uz modeliranje, analizu i optimiranje procesa kemijske i srodnih industrija. U ovome području najviše, zapravo, ovisi o kvaliteti samoga studenta i o kvaliteti interakcije studenta i nastavnika. Zahtijeva se mnogo više individualnog rada, a manje pristupa *ex cathedra*.

## 3. Inženjerski dizajn/projektiranje

Prema preporukama, prvostupnici bi trebali biti sposobni razviti osnovni dizajn proizvoda ili procesa prema postavljenim zahtjevima, uz razumijevanje osnovnih metoda projektiranja i načina njihove primjene. Nema sumnje da neki od naših završenih prvostupnika mogu pristupiti rješavanju takvih problema, ali treba priznati da FKIT u ovom trenutku u svome kurikulumu nema formalizirano obrazovanje u smislu jednostavnih kemijsko-inženjerskih projekata, primjerice na razini zasebnog kolegija ili kao završnicu pojedinih kolegija. Nisam siguran da bi svi studenti mogli dogovoriti takvim zadacima.

## 4. Istraživanja

Završeni bi prvostupnik trebao znati pristupiti rješavanju kemijsko-inženjerskog problema znanstvenim pristupom, primjenjujući bibliotечne ili mrežne izvore za prikupljanje informacija o opremi, metodama, fizikalnim svojstvima, kinetičkim i termodinamičkim podacima. Nadalje, trebao bi demonstrirati pismene i usmene prezentacijske vještine, steći određena iskustva u timskom radu, trebao bi znati procijeniti sigurnosne rizike eksperimentalnog rada te, na kraju, trebao bi naučiti provesti i interpretirati eksperimente uz vodstvo starijega znanstvenika – kemijskog inženjera. U realnosti FKIT-a ova se točka obično podrazumijeva u izradi samostalnog završnog rada, čija kvaliteta ovisi o sposobnosti samog studenta i vještini mentora da u takav rad uklopi sve potrebne sadržaje. Često se, nažalost, ispušta samostalan eksperimentalni rad, zbog nedostatka vremena ili novaca. Komponenta timskog rada u pravilu izostaje u obrazovanju prvostupnika na FKIT-u, odnosno nije uključena u program niti jednog kolegija koji se izvodi na preddiplomskoj razini.

## 5. Inženjerska praksa

Za pojedine zahtjeve ove točke čitatelji se upućuju na prethodno objavljene preporuke.<sup>1</sup> Ukratko, radi se o tome da se očekuje da prvostupnik bude – s 21 godinom?! – gotov inženjer. Prema mojem mišljenju, autori preporuka u ovoj su točki pomalo išli niz dlaku poslodavcima, koji bi željeli što manje ulagati u obrazovanje svojih kadrova nakon što ih jednom zaposle. Mjesec dana prakse koju naši studenti obvezno provedu u kakvom poduzeću ponekad su vrijedno iskustvo, ali daleko od toga da se odgovori na ove, prestrogo postavljene zahtjeve.

## 6. Prenosive vještine

Pod prenosivim se vještinama podrazumijevaju primjerice: vještina komunikacije, uključujući (ponajprije) engleski jezik, sa specijalistima i nespecijalistima, uz upotrebu suvremenih komunikacijskih alata; zatim tu je sposobnost samostalnog rada te rada u manjim i većim timovima, uključujući interdisciplinarne skupine. Diplomirani bi prvostupnik trebao razumjeti utjecaj inženjerskih rješenja na okoliš i društvenu zajednicu; trebao bi razumjeti odgovornost u stručnom i etičkom smislu; na koncu, trebao bi ovladati samostalnim učenjem i prepoznati potrebu cjeloživotnog obrazo-

vanja. Malo se koji kurikulum kemijskog inženjerstva bavi svim tim problemima na formaliziran način; većina inozemnih kurikuluma imaju etiku kao izdvojeni kolegij, što FKIT-u nedostaje. Stručni se engleski jezik sluša na FKIT-u kao obvezni kolegij. Ostala "meta"-znanja teško su mjerljiva, razlikuju se od studenta do studenta i mogu se ocijeniti uglavnom u već spomenutoj kategoriji zadovoljstva studenata, nastavnika i drugih čimbenika obrazovnog procesa studijem u cijelosti.

## B. Diplomski (drugi) ciklus

### 1. Znanje i razumijevanje

Prema preporukama, očekuje se da magistri kemijskog inženjerstva steknu široko i duboko znanje matematike, kemijskog inženjerstva i drugih disciplina, uključujući najnovija dostignuća, koje im omogućuje sudjelovanje u znanstvenom radu i odgovorno djelovanje u struci i društvu. FKIT je svoje programe kemijskog inženjerstva na diplomskom studiju oblikovao u tri različita modula (Kemijsko procesno inženjerstvo, Kemijsko inženjerstvo u zaštiti okoliša te Kemijske tehnologije i proizvodni). Uz određen broj obveznih predmeta na svakom se studiju nudi i velik broj izbornih sadržaja, što je u skladu s preporukom da se provede određen stupanj deregulacije studija u drugome ciklusu. Napredno znanje matematike nudi se kroz nekoliko izbornih kolegija, te se provlači i kroz neke obvezne kolegije (modeliranje, projektiranje...), ali ne na svim modulima podjednako. Znanja kemijskog inženjerstva produbljuju se obveznim kolegijima, primjerice projektiranja, kemijskih reaktora, a baza se širi uvođenjem kolegija koji se bave određenim specifičnostima u okviru kemijskog inženjerstva (katalitičko reakcijsko inženjerstvo, polimerno inženjerstvo i brojni drugi) ili kemijskih tehnologija. U okviru odgovarajućeg modula promiče se zaštita okoliša. Imam dojam da se studiju može pristupiti uz još manje regulacije, smanjujući broj obveznih sadržaja unutar jedinstvenog studija, bez modula, te objedinjavajući izborne kolegije u jedinstven popis. Ukupno prevelik broj izbornih kolegija na taj bi se način smanjio, izbjegla bi se preklapanja, a sadržaji bi postali dostupniji studentima.

### 2. Inženjerska analiza

Magistri kemijskog inženjerstva trebaju biti spremni analizirati i rješavati probleme znanstvenim pristupom, čak i u uvjetima nepotpuno definiranih problema ili problema postavljenih na neobičajan način, uz mogućnost razmatranja alternativnih rješenja istog problema. Očekuje se sposobnost analize i rješavanja problema u novim područjima, te primjene inovativnih metoda rješavanja. U načelu, ovdje su moguća dva ekstremna pristupa. Prema prvome, nastavnici bi oblikovali jedinstvenu bazu inženjerskih problema na osnovi pregleda situacije u naprednoj procesnoj industriji. Drugi pristup zasnivao bi se na oblikovanju baze inženjerskih problema koji su tješnje povezani sa znanstvenim interesom pojedinih nastavnika. U prvom bi se slučaju problemi rješavali u suradnji više nastavnika i studenata u okviru manjih grupa, uz manje izlete u nepoznato; drugi slučaj podrazumijeva mentorstvo pojedinih nastavnika manjim grupama studenata uz reviziju projekata od strane cijeloga nastavničkog kolegija. Oba pristupa razmatrana su pri oblikovanju kolegija Kemijsko-inženjerske vježbe i prihvaćena koncepcija nešto je bliža drugome pristupu; tek manji broj tema dolazi iz aktualnih problema kemijske industrije.

### 3. Inženjerski dizajn/projektiranje

Preporuke ovdje definiraju ishode koje je vrlo teško razlikovati od onih iz prethodne točke. Doista, teško je odvojiti samu inženjersku analizu od projektiranja. Prijelaz na bolonjski sustav studija omogućio je povećanje satnice projektiranja; studenti samostalno ili u manjim grupama rješavaju kemijsko-inženjerske probleme do razine projekta ili dijela projekta. Pristup je u ovom slučaju blizak prvome ekstremu iz prethodne točke, ali su sami projekti, zbog malog ili nikakvog sudjelovanja ostalih nastavnika (osim naslovnog) nužno nešto jednostavniji.

#### 4. Istraživanja

Znanstveni pristup dolazi do punog izražaja u obrazovanju magistara kemijskog inženjerstva na FKIT-u. Prilikom Kemijsko-inženjerskih vježbi, te izrade diplomskog rada, studenti se uobičajeno susreću (u skladu s preporukama) s realnim kemijsko-inženjerskim problemom, prikupljaju znanstvene informacije, provode teorijsko i eksperimentalno istraživanje, kritički vrednuju rezultate i izvlače zaključke. Sve se to odvija uglavnom u području novih tehnologija, što nerijetko omogućuje izravno publiciranje rezultata u znanstvenim časopisima.

#### 5. Inženjerska praksa

Sve što je rečeno za prvi ciklus vrijedi i ovdje, iako u manjoj mjeri. Naime, tijekom diplomskog studija studenti na FKIT-u imaju znatno više šanse susresti se s većim brojem tehnologija, većom količinom informacija, znatno više rade na samostalnim projektima ili projektima u okviru malih timova (interdisciplinarnost nažalost još uvijek izostaje). To ih znatno bolje kvalificira za zahtjeve iz prvog ciklusa te dopunske zahtjeve u smislu sposobnosti za brzu i sustavnu klasifikaciju znanja iz različitih i kompleksnih područja. Student FKIT-a nakon drugog ciklusa obrazovanja kadar je uključiti se i na poslove koji zahtijevaju uglavnom interakciju s neinženjerima, poput nabave i prodaje, javnih službi, različitih agencija i istraživačkih laboratorija i dr. Nažalost, praktičan rad u industriji i terenska nastava gotovo su u potpunosti izostavljeni iz ovog ciklusa obrazovanja.

#### 6. Prenosive vještine

Preporuke nameću, kao dopunu vještinama iz prvoga ciklusa, još i sposobnost funkcioniranja u timu sastavljenom od stručnjaka različitih disciplina i razina. Magistar kemijskog inženjerstva trebao bi biti sposoban raditi i djelotvorno komunicirati u nacionalnom i međunarodnom kontekstu. FKIT je u razvoju tih vještina sputan stanjem u nacionalnom gospodarstvu. Sustavno promicanje rada u multidisciplinarnim timovima podrazumijeva mnogo više novaca i mnogo više dobre volje za suradnju u gospodarstvu. U rad na realnim projektima tada bi bilo moguće uključivati i studente. Međunarodna razmjena na FKIT-u, u okviru zagrebačkog te na ostalim hrvatskim sveučilištima još je uvijek u začetcima; ograničavaju je inertnost samih studenata te slabo razrađeni modusi financiranja takve razmjene. U posljednje dvije godine dolazi od pomaka na ovom polju, te je putem programa studentske razmjene Basileus desetak studenata FKIT-a provelo jedan ili dva semestra na srodnim studijskim programima u zemljama EU-a.

#### Dodatak

Eksperti Europskog saveza kemijskih inženjera očekuju da će konačni ishodi drugog ciklusa obrazovanja kemijskih inženjera otprilike odgovarati onima prije bolonjske reforme, u okviru četiri-i-pol ili petogodišnjeg obrazovanja, ili će čak biti nešto bolji od njih. Dade se zaključiti da je pri oblikovanju novih programa FKIT-a upravo ta misao bila u svijesti ili podsvijesti njegovim kreatorima, i da je sustav oblikovan tako da daje cjelovit produkt – kvalitetnog inženjera – nakon pet godina integriranog studija.

### C. Doktorski (treći) ciklus

Ishodi programa trećega ciklusa u preporukama EFCE-a nisu definirani u šest kategorija, kako je to učinjeno za prvi i drugi ciklus. Općenito, spominju se pojmovi poput "sustavnog razumijevanja", "majstorstva", "inženjerskog integriteta", "kompleksnih ideja", "društva znanja". Kvantitativno vrednovanje programa na osnovi takvih kriterija uistinu je "majstorstvo" samo po sebi i ostaje nam jedino stari, dobri osjećaj da nešto vrijedi ili ne. Od konkretnijih koncepata spominju se "originalno istraživanje", "nacionalne" i "međunarodno citirane" publikacije, mogući (ne obavezni!) patenti, međunarodna suradnja, sposobnost komuniciranja s recenzentima, akademskom zajednicom i društvom općenito. Doktorski

program FKIT-a temelji se, kao i mnogi slični, ponajprije na izvornom znanstvenom radu koji rezultira međunarodnim publikacijama i završava doktorskom disertacijom. Čini se stoga da zadovoljava većinu od spomenutih kriterija. Međunarodna se suradnja na FKIT-u zahuktava, potpomognuta kriterijima znanstvenog nadopredovanja u RH, ali i sustavnim smanjenjem institucionalne državne potpore financiranju znanosti, što tjera znanstvenike da novac potraže u inozemstvu. Treba primijetiti da međunarodne preporuke promiču nacionalne publikacije u većoj mjeri nego li to čini sama naša država.

### Jezgreni kurikulum / postizanje ishoda učenja

Preporuke EFCE-a kvantificiraju "tipični" kurikulum kemijskog inženjerstva koristeći Europski sustav prijenosa bodova, "popularni" ECTS, ali samo na preddiplomskoj i diplomskoj razini, odnosno u prvom i drugom ciklusu, za sustav 3+2. Preporuke se odnose na dvije trećine programa, dok se jedna trećina ostavlja samim institucijama visokog obrazovanja, prema njihovu znanstvenom profilu. Kod programa FKIT-a na preddiplomskoj razini opaža se već spomenuti manjak biologije, te sasvim realan nedostatak sadržaja poput inženjerstva proizvoda, sigurnosti kemijskih procesa i s tim povezanih zdravstvenih aspekata, zatim osnova projektiranja, ekonomike i menadžmenta, te simuliranja, modeliranja i optimiranja procesa. Neke od tih sadržaja program FKIT-a s uspjehom nadoknađuje u diplomskom ciklusu, jer je, kako je već spomenuto, zamišljen od strane nastavnika, studenata i poslodavaca ponajprije kao integrirani petogodišnji studij. Nažalost, aspekt sigurnosti kemijskih procesa ne čini dio kurikuluma FKIT-a ni do doktorske razine, a brojni naši magistri kemijskog inženjerstva u povratnim anketama, uz opće pohvale programu, ukazuju na nedostatna znanja iz područja menadžmenta. Tvorcima programa FKIT-a u velikoj su se mjeri držali preporučenog omjera 20 – 30 % prirodnih znanosti, 40 – 50 % inženjerskih znanosti i do 10 % tehničkih sadržaja, jer je to standard koji već više desetljeća vrijedi za slične studije u Europi i svijetu, a bio je uključen i u inačicu preporuka EFCE-a iz 2005.

Za drugi se ciklus preporučuje smanjenje udjela prirodnih znanosti na najviše 15 %. Napredni sadržaji iz kemijskog inženjerstva trebali bi činiti oko 35 % programa. Oko 20 % rezervirano je za diplomski rad. Ostatak od približno jedne trećine prepušta se interesima i kvalifikacijama same ustanove. Budući da se (na FKIT-u i drugdje) diplomski rad također vrlo uspješno povezuje sa znanstvenim nastojanjima ustanove, drugi je ciklus i u samim preporukama zamišljen znatno slobodnije od prvoga.

Treći se ciklus u preporukama ne kvantificira, odnosno potpuno je prepušten samoj ustanovi. K tome, preporuke EFCE-a ni u kojem ciklusu, niti na koji način ne sugeriraju izvedbu programa, odnosno ne propisuju broj kolegija, grupiranje sadržaja po kolegijima i sl.

### Podučavanje ili učenje

Preporuke EFCE-a ne daju prednost metodama poučavanja ili učenja. Oba se pristupa moraju kombinirati u skladu sa zahtjevima gradiva koje se izlaže, ali je u jednakoj mjeri potrebno promicati i individualan i timski rad. Obvezno je razvijanje komunikacijskih vještina (pismena izvješća, referati, usmena izlaganja...). Samostalni studij problema i njihovo rješavanje također moraju biti uključeni u program da bi se promicala pojedinačna odgovornost. Potrebno je uključiti i primjere iz inženjerske prakse da bi se razumjele etičke, društvene, ekološke i stručne implikacije inženjerskog posla. Studij treba promicati kontinuiran rad umjesto kampanjskoga i treba slijediti logiku izgradnje znanja. Potrebno je ukazati na široku primjenjivost kemijsko-inženjerskih metoda u različitim područjima.

Premda mi se nastava na FKIT-u ponekad, u onoj domeni subjektivnog "osjećaja", čini pomalo "rahlom" ili heterogenom, zbog različitosti pristupa pojedinih nastavnika, i premda studenti zbog toga možda ponekad i ispaštaju, pokazuje se da u ovom području vrednovanja studija to može biti i komparativna prednost. Različitost pristupa, uz zadržavanje dovoljno visokog standarda kvalitete i zahtjevnosti, na svojevrsan način imitira realno okruženje koje očekuje studenta na radnom mjestu nakon postizanja akademskog stupnja.

## Industrijsko (praktično) iskustvo

Ovdje je FKIT definitivno najslabiji. Mjesec dana obvezne stručne prakse vjerojatno je nedostatan, i trajanjem (na što FKIT može utjecati) i kvalitetom (što ovisi ponajprije o partnerima iz gospodarstva). Ovome treba pribrojiti još i posjete pojedinim industrijama u okviru nekih redovitih i izbornih kolegija i to bi bilo manje-više sve. Tek se rijetki pojedinci kao studenti uspijevaju uključiti u projekte suradnje FKIT-a i gospodarstva jer je takvih projekata još uvijek razmjerno malo. Primarna orijentacija FKIT-a prema znanstveno-istraživačkom i akademskom radu bila je posljedica dugogodišnje nezainteresiranosti industrije za istinsku suradnju, a rezultirala je novom dugogodišnjom nezainteresiranošću. Od malobrojnih projekata tek je dio njih nastao iz nasušne potrebe industrije i stoga je doveden do kraja, odnosno do implementacije predloženih rješenja. Drugi dio projekata realizira se na osnovi *alumni*-veza, a predložena rješenja, bez obzira na kvalitetu, tada zapinju na realizaciji zbog manjkavosti sličnih *alumni*-veza na višim razinama odlučivanja u gospodarstvu.

## Međunarodna dimenzija

Preporuke EFCE-a podrazumijevaju da se prvostupnici i magistri kemijskog inženjerstva zapošljavaju ponajprije u tvrtkama ili organizacijama koje su uključene u međunarodnu podjelu rada na globalnoj razini. Stoga se obrazovne ustanove potiču na internacionalizaciju, putem razmjene studenata ili nastavnika, međunarodne akreditacije programa i na druge načine. Kako je već navedeno, međunarodna razmjena na FKIT-u je u začecima, barem u prvom i drugom ciklusu obrazovanja. U posljednje vrijeme jača međunarodna razmjena na razini doktorskoga studija, ali mahom u odlaznom smjeru. Broj stranih istraživača i nastavnika na FKIT-u zasad je zanemariv. Što se tiče završenih studenata FKIT-a, jedan dio njih nastavlja karijeru u inozemstvu. Mnogi su pritom u prošlosti imali problema s priznavanjem kvalifikacija, što se međutim ubrzano rješava na državnoj i sveučilišnoj razini. Završeni studenti FKIT-a koji karijeru grade u domovini sve su češće u prigodi susretati strance i u domicilnim tvrtkama, bilo u vlasničkoj strukturi, bilo kao poslovne partnere. Skorim će se ulaskom u Europsku uniju trend još i pojačati. FKIT bi se i u traženju potencijalnih studenata trebao okrenuti inozemstvu, ali uz oprez i ne pod cijenu mogućeg snižavanja kriterija. Izazovi su brojni i na njih se valja dobro pripremiti.

## Revizija obrazovnog procesa

Obrazovni proces potrebno je stalno revidirati i to na svim razinama. FKIT poduzima određene vlastite korake u tom smjeru, a ne treba sumnjati da će se revizija učestalo nametati i izvana, putem domaćih i inozemnih evaluacija i akreditacija.

## Studentske ocjene

FKIT je i ranije provodio povremeno anketiranje diplomiranih studenata s ciljem prikupljanja informacija o tome kako su se snašli na početku svoje karijere, koja su im znanja stečena na FKIT-u pri-

tom bila od posebne koristi te u kojim bi područjima FKIT mogao dati više. Slične su ankete provedene i s najvećim poslodavcima i prikupljena su korisna saznanja. U svojim je službenim dokumentima<sup>5</sup> FKIT najavio formaliziranje takvih anketa.

Anketiranje sadašnjih studenata provodi se redovito, prema uputama i obrascima Sveučilišta u Zagrebu. Nažalost, odziv studenata razmjerno je slab pa je zasad teško izvlačiti relevantne zaključke. Ipak, ankete kojima se procjenjuje zadovoljstvo studenata završenim preddiplomskim studijima, koje su u siječnju 2011. provedene po treći put, pokazuju da su studenti i više nego zadovoljni širinom stečenog znanja, ali smatraju da završetkom studija stječu premalo praktičnih vještina i sposobnosti koje su im nužne za podizanje konkurentnosti u tržišnom natjecanju. Po mišljenju studenata drugi veliki problem svih studijskih programa je slaba interakcija Fakulteta i gospodarstva u provedbi praktične i terenske nastave. Ovo su svakako ključne smjernice o kojima bi Fakultet trebao voditi računa pri internoj evaluaciji i reakreditaciji postojećih studijskih programa, koja se prema najavama sa Sveučilišta može očekivati u idućem dvogodišnjem razdoblju. Rezultati anketa potvrđuju i neke točke iz prethodne rasprave.

## Zaključak

*Preporuke EFCE-a za obrazovanje kemijskih inženjera u okviru bolonjskog sustava triju obrazovnih ciklusa/stupnjeva*<sup>1</sup> vrijedan su dokument koji Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu može pomoći da procijeni svoje mjesto u okviru međunarodnog sustava obrazovanja. Preporuke nisu pravilnik, dakle ne obvezuju, već daju sublimat dugogodišnjih europskih iskustava u obrazovanju kemijskih inženjera. Nastava na FKIT-u u mnogočemu već prati preporuke, jer FKIT izvire iz iste ili slične tradicije obrazovanja.

Glavne se razlike opažaju u preddiplomskom ciklusu, gdje preporuke – prema mojem sudu – ljestvicu ishoda postavljaju previsoko. Prema tradiciji, sveučilišno obrazovanje kemijskih inženjera u Europi traje četiri i pol ili pet godina, dok strukovne ili "primjenske" škole mogu biti i kraće. Uvođenje bolonjskoga sustava triju ciklusa uvelo je u sveučilišno obrazovanje novu kategoriju *bachelora* ili prvostupnika. Prilikom osmišljavanja novog programa, inicijalni stav FKIT-a bio je jedinstven diplomski studij od pet godina, a kompromisom unutar grupacije tehničkih fakulteta došlo se do sustava 3+2. Sličan je kompromis vjerojatno učinjen i u Europi, gdje je možda i indirektni politički pritisak (unatoč deklariranoj autonomiji) inaugurirao sveučilišne prvostupnike. Sve je to je u konačnici i rezultiralo tekstem preporuka, koji donekle precjenjuje realne mogućnosti prvostupnika. U prilog ovoj tezi ide i praksa na FKIT-u, koja pokazuje da se praktički svi studenti odlučuju za ukupno petogodišnji studij. Slična iskustva imaju i drugi tehnički fakulteti na Sveučilištu u Zagrebu.

Ovdje treba pridodati da su, s obzirom na njihov tekst, preporuke sastavljali "tradicionalistički" orijentirani nastavnici kemijskog inženjerstva. Postoji, međutim, struja koja zagovara "univerzalistički" pristup inženjerstvu. Odras njihova rada u nas treba prepoznati u kreiranju Sveučilišnog (trogodišnjeg) studija inženjerstva na engleskom jeziku,<sup>6</sup> koji upravo nastaje na Sveučilištu u Zagrebu, i u kojem sudjeluje i FKIT. Sustav 3+2 zasigurno puno bolje pristaje "univerzalističkom" nego "tradicionalističkom" pristupu. Pobjede li u takvom nadmetanju "univerzalisti", preporuke EFCE-a zastarjet će preko noći. U takvom scenariju, s druge strane, upitna je i sudbina Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije u njegovu sadašnjem organizacijskom obliku.

ZAHVALA

*Autor zahvaljuje nastavnicima FKIT-a, prof. dr. sc. Bruni Zeliću i prof. dr. sc. Vesni Tomašić na vrijednim komentarima i sugestijama prilikom izrade ovoga teksta.*

## Literatura

1. Recommendations for Chemical Engineering Education in a Bologna Three Cycle Degree System, *Kem. Ind.* **60** (1) (2011) 35–39.
2. EFCE Bologna Recommendations, [http://www.efce.info/Bologna\\_Recommendations.html](http://www.efce.info/Bologna_Recommendations.html).
3. EUR-ACE Framework Standards, [http://www.enaee.eu/app/download/4213072563/A1\\_EUR-ACE\\_Framework-Standards\\_2008-11-05.pdf?t=1286469542](http://www.enaee.eu/app/download/4213072563/A1_EUR-ACE_Framework-Standards_2008-11-05.pdf?t=1286469542).
4. Commentary on EUR-ACE Framework Standards, [http://www.enaee.eu/app/download/4760935263/Commentary+on+EUR-ACE\\_Framework+Standards+110209.pdf?t=1291885902](http://www.enaee.eu/app/download/4760935263/Commentary+on+EUR-ACE_Framework+Standards+110209.pdf?t=1291885902).
5. A. Glasnović, H. J. Mencer, M. Rogošić, B. Zelić, Strategija razvoja Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu za razdoblje 2008.–2013., Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb.
6. Sveučilište u Zagrebu, Studij inženjerstva, <http://zn.unizg.hr/studijin>.

## Obrazloženje

N. Raos

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb

Sastao se mladić sa svojom djevojkom, pa čim je ugleda, zagrlji je poljubi – a ona će njemu: "Zašto si me poljubio? Obrazloži!" Mladić se našao u sto muka. Što da kaže? Ako kaže da ju je poljubio zato što je voli, reći će mu da je ljubav mogao pokazati i na drugi način, primjerice da joj kupi cvijeće. Ako pak kaže da mu je to eto tako došlo, reći će mu da se prepušta nagonima, poput životinje. I što da kaže? Najbolje je da šuti. I tako je mladić šutio, šutio, šutio – sve dok djevojka nije od njega otišla.

No ja nisam mogao šutjeti. Eto, dogodilo se da sam morao napisati za jednog mladog suradnika obrazloženje zašto bi on trebao biti izabran u više znanstveno zvanje već nakon tri godine (koliko mu propisi dopuštaju), a ne tek nakon pet – što je zakonski maksimum. Čime ja, on ili bilo tko drugi može obrazložiti njegovo traženje? Kolega ima sve propisane uvjete za izbor u više zvanje – i što treba više reći? Čime treba dodatno obrazložiti njegovo traženje?

Ako kažem da ima sve potrebne uvjete, to ne znači ništa jer ja nisam ovlašten da to utvrđujem. Ako pak kažem da je njemu, meni ili bilo kome u interesu da što prije napreduje, to opet ne znači ništa jer se interesom ne može opravdati nijedna pravna odluka: ne mogu, valjda, opravdavati pljačkanje banke time što nemam novca! Glupa situacija da ti pamet stane – što god napišeš ne valja.

Mislim si, mislim kad će tome doći kraj. Ljudi imaju sve uvjete za izbor u više zvanje, a nikako da ih se izabere. Iz tko zna kojih razloga.

A možda su razlozi poznati?

Sjećam se kako je to nekoć bilo. Nitko te nije ni na što tjerao: ako si imao uvjete, mogao si biti izabran, a ako nisi, mogao si ostati u svom zvanju do mirovine. U mome su laboratoriju bile dvije "vječne magistre": prva je doktorirala u 60. godini života, druga je pak otišla u prijevremenu mirovinu u zvanju znanstvenog asistenta bez doktorata.

A onda su počeli puhati neki novi vjetrovi. Trebalo je sve one koji nisu stekli uvjete potjerati da ih steknu, tj. natjerati ih da rade jer su se jedino radom (brojem znanstvenih radova) mogli steći. No sada je situacija obrnuta: ljudi imaju uvjete, no očito nam ne treba toliko znanstvenika u višim zvanjima. Stoga se njihov izbor oteže, traži se dlaka u jajetu, išču se nekakva obrazloženja bez veze s mozgom. Ili se pak nađe nekoga, u komisiji, koji će kandidatu podmetati klipove pod noge. Tako primjerice neki kolega sa svim uvjetima nije mogao biti izabran u više znanje jer je komisija premudro ustanovila da njegovim znanstvenim člancima nedostaje zaključak (zanimljivo da to nisu primijetili urednici časopisa u koji-

ma su ti članci objavljeni, pa ni recenzenti koje su oni angažirali). Ili, drugi primjer, kolegica ne može biti izabrana u zvanje zato što članovi komisije nisu zadovoljni njezinim predavanjem, naime došli su do zaključka da ni sama ne razumije što govori. I kome se nakon svega toga žaliti? Dragom Bogu? Eh!

Mogu razumjeti da imamo previše ljudi u višim znanstvenim zvanjima, da nam piramida znanstvenih zvanja stoji naopako. No taj se problem ne rješava maltretiranjem kandidata, tjeranjem maka na konac, otezanjem izbora nego pooštavanjem kriterija. I to se svojedobno radilo, ali bez uspjeha. Zašto?

Eto zašto: zato što su postavljeni čisto sportski kriteriji (zahvaljujući, čini se, ponajviše jednom našem kolegi koji je bio košarkaš). Važan je broj znanstvenih radova, kao što je u košarci važan broj koševa. Neću reći da to ne bi trebao biti najvažniji kriterij, no svaki se kriterij, pa tako i ovaj, može igrati. Jedno je sâm postaviti temu i napisati o njoj znanstveni rad, drugo je biti deseti koautor na radu koji se bavi temom na kojoj je još mentorov mentor doktorirao. Sve se to iz brojaka ne vidi. Komisija hoće, naravno, vidjeti i druge doprinose kandidata, no oni nisu nigdje jasno definirani. I onda se o kvalifikaciji kandidata za znanstveno zvanje sudi po njemu i sluhu ili, još gore, po osobnom animozitetu (ili interesu) članova komisije. Mi smo mala sredina i svakome može biti u interesu ili protiv njegova interesa da se nekoga izabere u više znanstveno zvanje. Motiv može biti i općepoznati hrvatski jal. Tko će to znati?

Članovima komisije je svejedno. Fakultetskim vijećima još više – uostalom oni su već pobrali svoj novac. Institucijama u kojima kandidati rade isto je manje-više svejedno, kao i njihovim voditeljima. Nije svejedno samo kandidatu koji trpi materijalnu štetu, a k tome i nepravdu. No mi smo u tome majstori, u trpljenju nepravde i bezakonja.

Mladi kolege, probudite se! Organizirajte se, pronađite odvjetnika koji će poduzeti pravne mjere (ima ih, hvala Bogu, dosta) protiv onih koji zavlače vaše molbe preko roka. Kad bi jednoj komisiji došla opomena pred tužbu u kojoj bi crno na bijelo stajalo da su kandidatu dužni toliko i toliko kuna (izgubljena dobit plus zatezne kamate) zbog neispunjavanja ugovora (otezanja rokova), ta bi se gospoda na fakultetima počela malo drugačije ponašati. Ima jedna pričica za djecu o tri brata i tri čarolije – no bez treće, batine, ni one dvije nisu vrijedile. Nema ljudskog društva bez prava, bez pravde. Samo – za pravdu se treba boriti. I izboriti.

Mladi kolege, što čekate? Nisam li vam pokazao put?