

mišljenja i komentari

Predstojeće promjene sveučilišnih studija – Studij kemijskog inženjerstva

I. Štern

Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb
E-mail: istern@fkit.hr

Osnovni ciljevi koji se danas žele postići promjenama u nastavnom procesu svode se na povećanje njegove djelotvornosti uz usklađivanje, organizacijsko i nastavno, s odgovarajućim studijima u razvijenom svijetu – posebno u Europi – što treba omogućiti maksimalnu pokretljivost studenata i nastavnika. Veća djelotvornost znači ekonomično obrazovanje u skladu s potrebama društvene zajednice i onih koji financiraju studij te polaznika studija koji žele steći potrebna znanja, u skladu s razvojem znanosti, tehnologije i društva.

Osnovne su postavke prema kojima treba unaprijediti nastavni proces na sveučilišnim studijima sljedeće: transparentnost programa; usklađenost s programima u svijetu, posebno u Europi; ostvarenje studija kao diplomskog i poslijediplomskog (diplomski je cjelovit ili se provodi kao dodiplomski i diplomski, poslijediplomski je studij za stjecanje stupnja doktor znanosti); nastavni programi diplomskog studija trebaju biti generički i osnova cjeloživotnog obrazovanja; u studij trebaju biti ugrađene postavke ECTS-a (europskog sustava prijenosa bodova).¹

Uključivanje u takav razvoj, a na to će prisiljavati i novi zakon o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, traži i promjene u načinu ostvarivanja nastavnog procesa, kako u promjeni sadržaja tako i u pristupu nastavnika. Na tom putu treba riješiti i neka od osnovnih pitanja. Nastavni se programi trebaju temeljiti na u svijetu prihvaćenim udžbenicima. Predmeti koji nisu sadržaji analognih studija u razvijenom svijetu i Europi nemaju opravdanja. Zbog svojih obilježja studij kemijskog inženjerstva ostvarljiv je jedino kao cjelovit petogodišnji studij kojim su obuhvaćeni i odgovarajući sadržaji dosadašnjeg poslijediplomskog magistarskog studija. I izborni predmeti trebaju biti generički (iznimka može biti jedino predmet prema sadržajima čiji je nastavnik ili studij prepoznatljiv u svijetu). Postavke ECTS-a ugrađene su na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u nastavne planove i programe od ak. god. 2000./01., sada je potrebno provesti odgovarajuće promjene te kritički analizirati i unaprijediti njihove sadržaje.

Na primjeru studija kemijskog inženjerstva kvalitativno je pokazan opisani pristup.

Prikazani su i rezultati ankete koju je na inicijativu Svjetskog savjeta za kemijsko inženjerstvo (*World Chemical Engineering Council*) provelo Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa.

Uvodne postavke

Danas je u tijeku niz rasprava vezanih uz reorganizaciju sveučilišta i unapređivanje nastavnog procesa. Kao neposredan povod najčešće se navode pripreme za ulazak u Europsku uniju. U

tijeku je i donošenje Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokoškolskom obrazovanju koji bi trebao omogućiti provođenje prihvaćenih postavki. Kada se radi o organizaciji sveučilišta, tada se uz pitanje autonomije, kao osnovno oko kojeg se „lome kopljica,” javlja i ono o promjeni kod nas uspostavljene strukture sveučilišta – fakultet – studij – smjer te usmjerenje, modul, izborni predmeti i sl. Zagrebačko sveučilište jest skup fakulteta. Ključne se odluke, od financijskih do onih vezanih za nastavni proces, donose na razini fakulteta. U svijetu je struktura ipak drugačija, u osnovi strukture jest osovina sveučilište – studij. Samo jedan detalj, diplome potpisuje rektor sveučilišta a ne dekan fakulteta.

U raspravama se često poziva na Bolonjsku deklaraciju² i s ponosom ističe da je i s naše strane potpisana još 1988. god., a manje se citiraju one što su slijedile i dopunski dokumenti u kojima se doraduju u prvaj iznesene osnovne postavke.^{3–7}

Na ovom će mjestu biti riječ o pitanjima vezanim za unapređivanje nastavnog procesa, dok se organizacija neće posebno razmatrati. Analiza i kritički osvrt na postojeće stanje na sveučilištu može se pročitati npr. u dokumentima objavljenim u Sveučilišnom vjesniku.^{8–11} Izložiti će se jedino pitanja vezana uz unapređenje nastavnog procesa. Posebno će se razmotriti studij kemijskog inženjerstva.

Daljnji razvoj sveučilišnih studija

Predstojećim bi promjenama trebalo dostići sljedeće ciljeve: 1. povećati djelotvornosti studija (kvalitetu, ekonomičnost i trajanje); 2. ostvariti studij koji odgovara potrebama društvene zajednice i onih koji financiraju studij; 3. uskladiti (harmonizirati) organizaciju sveučilišta i nastavnih procesa s onima u znanstveno-tehnološki razvijenim zemljama – posebno europskim; 4. ostvariti uvjete koji omogućavaju maksimalnu pokretljivost studenata i nastavnika, kroz studije i sveučilišta – u zemlji i inozemstvu; 5. ostvariti nastavne programe koji omogućavaju cjeloživotno obrazovanje; 6. unaprijediti nastavu u skladu s trendovima razvoja znanosti, tehnologije i društva.

Da bi se navedeni ciljevi ostvarili, nužno je da se krene od postavki koje su u skladu s trendovima razvoja u razvijenom svijetu. Mogu se iskazati sljedećim riječima: 1. transparentnost nastavnih programa; 2. usklađenost s programima u svijetu, posebno u Europi; 3. ostvarenje studija kao cjelovitog diplomskog (spajanje dosadašnjih dodiplomskog i poslijediplomskog na kojem se stjecalo zvanje magistra) te poslijediplomskog za stjecanje doktorata znanosti; 4. nastavni programi, i diplomski i poslijediplomski, trebaju biti generički i osnova cjeloživotnog obrazovanja; 5. nastavni programi trebaju biti u skladu s postavkama ECTS-a (europskog sustava prijenosa bodova).

Diplomski se studij može ostvariti u dva dijela, od kojih je prvi dodiplomski na kojem se stječe zvanje *bacalaureus*. Jasno da takav pristup ima opravdanje jedino ako taj dio studija jest zaokružena cjelina tijekom koje se student osposobljava za obavljanje poslova za koje postoji interes.

Sintagmom „znanstveno-tehnološki razvijene zemlje – posebno europske“, želi se naglasiti da sveučilišnu nastavu treba razvijati u skladu s trendom razvoja najrazvijenijih, posebno kad su i neeuropske zemlje nositelji razvoja. Ne smije se učiniti pogreška da pojedini europski primjer koji nekome trenutno odgovara bude osnova za pojedinu promjenu samo zato što je europski.

Posebna se pažnja treba posvetiti transparentnosti nastavnih programa i sadržaja pojedinih predmeta. Jedino prepoznatljivi sadržaji mogu biti i prihvatljivi i osnova za pokretljivost studenata te priznavanje rezultata ostvarenih na drugim studijima i sveučilištima. Prepoznatljivo i prihvatljivo znači da se npr. neki predmet predaje na barem 5 studija i da se nastavni sadržaji temelje na barem 3 u svijetu prihvaćena sveučilišna udžbenika. Iznimke mogu i trebaju biti nastavni sadržaji koje predaju nastavnici prepoznatljivi po njihovu doprinosu razvoju discipline na svjetskoj razini. Prepoznatljivost je temelj za prihvaćanje nastavnih sadržaja, to je preduvjet koji mora biti ispunjen jer omogućava studiranje na različitim sveučilištima. Nadalje, takvo studiranje, pojedinih predmeta ili cijelih semestara, može se ostvariti na sveučilištima s kojima je matično (u odnosu na studenta) sklopilo odgovarajući ugovor. Sadržaji studiranja odabiru se u skladu s osnovnim programom upisanim za stjecanje određenog zvanja.

Razvoj znanosti, tehnologije i društva je takav da znanja, posebno specijalna brzo zastarijevaju, pa se pristup nastavnim sadržajima treba bitno mijenjati. Znanja koja stječu studenti moraju biti generička te omogućavati stalnu nadogradnju i prihvaćanje novih saznanja. Generički moraju biti postavljeni i predmeti poslijediplomskog studija.

Studiranje na različitim sveučilištima uz priznavanje stečenih znanja bitno olakšava ECTS – Europski sustav prijenosa bodova. ECTS-om se na određen, u Europskoj uniji prihvaćen način opisuju nastavni sadržaji, način održavanja nastave i ispita, nastavna literatura i sl. ECTS bodovima iskazuje se opterećenost studenta pri stjecanju određenih znanja. Ukupna opterećenost po semestru iznosi 30 bodova raspodijeljenih po nastavnim predmetima. U skladu s ECTS postavkama izrađuje se i dodatak diplomi (*Diploma Supplement*) koji omogućava jednostavnu nostrifikaciju stečenih znanja u drugim zemljama. ECTS se ne smije promatrati formalistički kao sustav za prijenos bodova. On jedino olakšava i pojednostavljuje, na osnovi unificirane metodologije, usporedbu nastavnih programa i priznavanje stečenih znanja.

Studij kemijskog inženjerstva

Kad se promatra studij kemijskog inženjerstva, uzevši u obzir iznesene postavke i trendove razvoja u svijetu te postojeći studij na Fakultetu kemijskog inženjerstva Sveučilišta u Zagrebu, nastavni bi se program mogao ostvariti npr. na sljedeći način. Predmeti su podijeljeni u tri grupe: **A)** predmete koje obvezno upisuju svi studenti, **B)** predmeti modula koji je student izabrao, upisuju se svi predmeti modula, **C)** izborni predmeti koje student upisuje prema vlastitom izboru. Obveza studenta jest da predmete upisuje tako da u svakom semestru stekne ukupno 30 ECTS bodova. Izborni se predmeti mogu upisivati i na drugim sveučilištima u skladu s međusveučilišnim ugovorom.

Prikazan nastavni program, tablica 1, izgrađen je praktički na klasičnoj strukturi kemijskog inženjerstva i dopunjenog danas nužnim predmetima – znanjima – kao što su oni vezani za biokemijske procese, zaštitu okoliša, menadžment, primjenu računala.

Tablica 1 – *Shematski prikaz nastavnog plana kemijskog inženjerstva*

A. Obvezni predmeti:

1. godina

Matematika, Fizika, Opća kemija, Osnove strojarstva, Osnove elektrotehnike, Primjena računala, izborni predmet

2. godina

Fizikalna kemija, Primijenjena biokemija, Anorganska kemija, Organska kemija, Numeričke metode u kemijskom inženjerstvu, Prijenos tvari i energije, Analitička kemija, izborni predmet

3. godina

Kemijsko-inženjerska termodinamika, Mehaničko procesno inženjerstvo, Toplinsko procesno inženjerstvo, Reakcijsko inženjerstvo, Bilanca tvari i energije, Procesna oprema, izborni predmeti

4. godina

Kemijsko-inženjerske vježbe, Korozija i zaštita konstrukcijskih materijala i objekata, Mjerenje i vođenje procesa, Procesna ekonomika, Modeliranje i optimiranje procesa, predmeti modula, izborni predmeti –

5. godina

Projektiranje, Menadžment, Sustavi upravljanja okolišem, izborni predmeti

Diplomski rad

Stručna praksa (tijekom 3. odnosno 4. godine studija).

B. Obvezni predmeti izabranog modula

Naftopetrokemijsko inženjerstvo

Procesi prerade nafte, Petrokemijski procesi, Naftopetrokemijski proizvodi

Anorganski procesi i proizvodi

Bazni anorganski procesi, Elektrokemijsko inženjerstvo, Procesni obrade vode

Organski procesi i proizvodi

Procesi organske industrije, Lijekovi i sredstva za zaštitu bilja, Prekrivni zaštitni materijali

Zaštita okoliša

Mikrobiologija, Biokemijski procesi, Zbrinjavanje otpada

Korozija i zaštita objekata i materijala

Konstrukcijski materijali, Korozijski procesi, Zaštita od korozije

Inženjerstvo proizvoda

Struktura i svojstva materijala, Upotrebna svojstva i metode karakterizacije proizvoda, Razvoj proizvoda

(Polimerni proizvodi, Mineralna veziva, Staklo i keramika)

Kožarsko prerađivački procesi

Materijali u kožarsko-prerađivačkoj industriji, Procesni prerade kože, Kožarsko prerađivačka oprema

C. Izborni predmeti

Statistička analiza, Diferencijalne jednadžbe, Primjenski računalni programi i programski sustavi, Elektrokemija, Poluvodički materijali, Instrumentalna i procesna analiza, Normizacija i osiguranje kvalitete, Reologija, Katalitičko reakcijsko inženjerstvo, Visokotemperaturni procesi, Visokotlačni procesi, Biokemijsko inženjerstvo, Katodna zaštita, Energetika, Prerada polimera, Polimerizacijsko inženjerstvo, Ravnotežni separacijski procesi i uređaji, Reakcije u čvrstom stanju, Koža i kožni proizvodi, Menadžment proizvodnih sustava, Obrada otpadnih voda, Zbrinjavanje otpada, Građevni materijali, Tehnički plinovi.

Upisujući određeni modul, student upisuje grupu od tri izborna predmeta. Ostale izborne predmete upisuje slobodno u skladu sa zvanjem koje stječe. Jasno da odgovarajuće nastavne sadržaje može, prema postavkama ECTS-a upisivati, slušati i polagati na drugim studijima, sveučilištima – kod nas ili u svijetu.

Zbog svojih obilježja studij kemijskog inženjerstva, na kojem će se stjecati zvanje *diplomirani kemijski inženjer* ostvarljiv je jedino kao cjelovit 5-godišnji studij, kojim su sada obuhvaćeni i odgovarajući sadržaji dosadašnjeg poslijediplomskog magistarskog studija.

Pitanje stručnih naziva pitanje je kojem treba posvetiti odgovarajuću pažnju. Navodim samo jedan primjer. Na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu se, među ostalim inženjerskim, stječe i zvanje inženjer kemije, koje nema osnove u nastavnom programu jer ne sadrži praktički niti jedan predmeta koji bi kemičaru dao osnovu da nosi zvanje inženjera.

Ne može se reći što je neodgovornije, proizvesti poluinženjera, koji je kroz tri godine stekao tek dio teorijskih znanja, bez stjecanja vještina o primjeni tih znanja na pojedinim primjerima ili inženjera bez inženjerskih znanja.

Treba reći da su postavke ECTS-a na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u nastavne planove i programe ugrađene od ak. god. 2000./01.¹² Sada je potrebno provesti odgovarajuće promjene te kritički analizirati i unaprijediti njihove sadržaje.

Rezultati ankete

Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa na poticaj Svjetskog udruženja kemijskih inženjera anketiralo je studente koji su na Fakultetu kemijskog inženjerstva diplomirali u posljednjih 5 godina. Anketa je provedena putem Interneta. Od više od dvjesto diplomiranih dobivena su 43 ispunjena anketna lista. Anketa je bila anonimna.

Osnovi cilj ankete bio je utvrditi odnose između znanja i vještina stečenih tijekom studiranja i onih koja će trebati pri radu u struci.

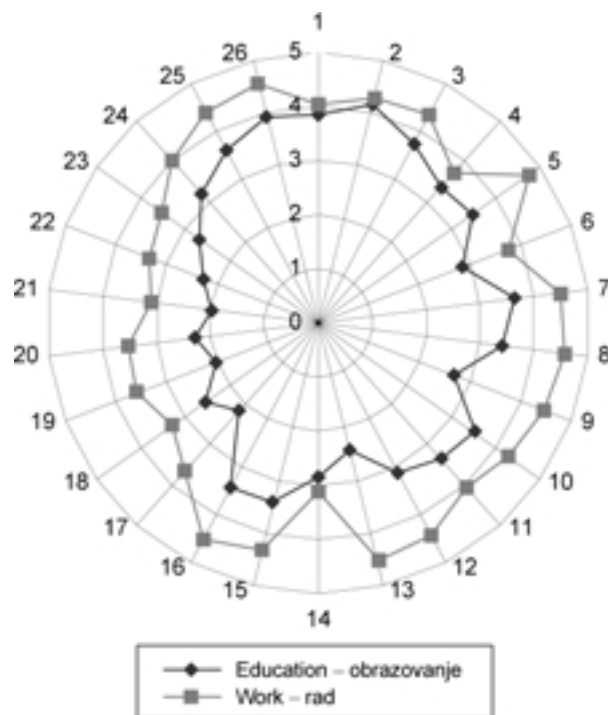
Od 43 anketirana bilo je 18 kolegica i 25 kolega. 14 su članovi HDKI-a, 3 HKD-a i 4 su članovi drugih strukovnih udruga. 21 radi stalno, 21 privremeno a 1 je na postdoktorskom studiju. Na prvo svoje profesionalno zaposlenje čekali su prosječno 3,36 mjeseci. Svi rade u Hrvatskoj. 1 je studirao i u inozemstvu. 2 su stekli magisterij na području kemijskog inženjerstva, a jedan je magistrirao i doktorirao na području kemije.

Kolege koji su odgovorili na anketu danas rade kao mladi asistenti (7), asistenti (6), istraživači asistenti (5), analitičari (3), kao istraživač (1), istraživač u razvoju (1). Druga je grupa kolega zaposlena na poslovima najuže vezanim uz kemijsko inženjersku struku, kao što su procesni inženjer (4), tehnolog (3), procesni inženjer u razvoju i istraživanju (1), istraživač na formulacijama (1), mladi asistent menadžer (1), projekt menadžer (1), samostalni tehnolog (1) menadžer prodaje (1), šef proizvodnje (1), direktor odjela (1) i na praksi (1). Njihova prosječna godišnja plaća iznosi 5200 US \$. Samo dvoje nije zadovoljno s izabranom strukom.

Ključni rezultati prikazani su grafički na slikama 1 i 2.

Iz podataka je očito da diplomirani kemijski inženjeri rade ili u struci na radnim zadacima za koje su školovani ili u obrazovanju odnosno u istraživanju. Premalen udio zaposlenih u proizvodnji sigurno je posljedica stanja u hrvatskoj privredi.

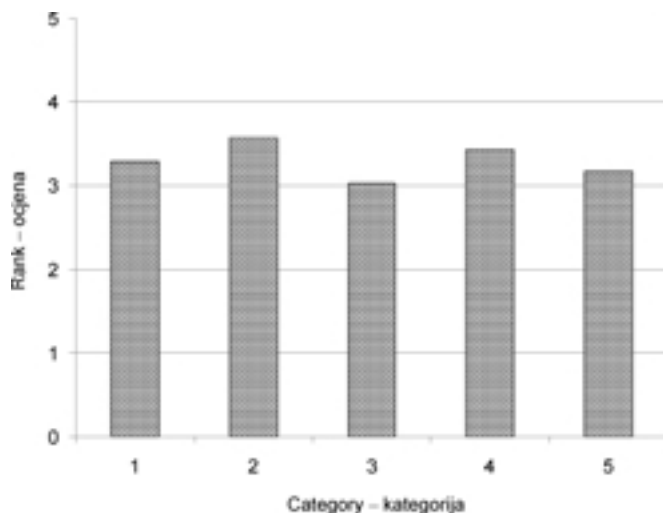
Grafički prikazi rezultata pokazuju prije svega da se kvaliteta edukacije u dijelovima treba poboljšati. Nedovoljna su znanja i vještine što se stječu na području menadžmenta, marketinga, financijske analize – općenito poslovanja. Visoke su ocjene dobivene za stečena znanja s područja osnovnih znanosti i temelja



Slika 1 – Ocjena vještina/osposobljenosti u odnosu na kvalitete obrazovanja i njihove važnosti za rad u struci. Ocjena od 1 do 5. 1. Osposobljenost za primjenu osnovnih znanosti i kemijsko inženjerskih osnova; 2. Značenje širokog i općeg obrazovanja; 3. Uvažavanje interdisciplinarnog pristupa; 4. Uvažavanje mogućnosti istraživanja; 5. Osposobljenost za djelotvoran rad u timu; 6. Osposobljenost da se bude lider; 7. Osposobljenost za prihvaćanje informacija; 8. Osposobljenost za analiziranje informacija; 9. Kompetentnost u informatičkoj tehnologiji; 10. Kritičko promišljanje; 11. Osposobljenost za primjenu sistematskog pristupa pri projektiranju procesa i proizvoda; 12. Osposobljenost za djelotvorno komuniciranje; 13. Strani jezici; 14. Razumijevanje kulturnih razlika; 15. Osposobljenost za utvrđivanje i formuliranje problema; 16. Osposobljenost za rješavanje problema; 17. Menadžmentske vještine; 18. Razumijevanje osnovnih principa financijskog poslovanja; 19. Poznavanje metoda projektnog menadžmenta; 20. Poslovanju usmjerene vještine / poslovni pristup; 21. Poznavanje principa marketinga; 22. Poznavanje metoda za cjelokupno upravljanje kvalitetom; 23. Razumijevanje principa održivog razvoja; 24. Razumijevanje principa etičke i profesionalne odgovornosti; 25. Očekivanje potrebe za cjeloživotno obrazovanje; 26. Osposobljenost za samo učenje.

Fig. 1 – Rank the following skills/abilities with respect to the quality of your education and its relevance to your work. Rank: from 1 to 5.

1. Ability to apply knowledge of basic science and chemical engineering fundamentals, 2. Importance of a broad and general education, 3. Appreciation of an interdisciplinary approach, 4. Appreciation of the potential of research, 5. Ability to work effectively as a member of a team, 6. Ability to be a leader, 7. Ability to gather information, 8. Ability to analyse information, 9. Competence in information technology, 10. Critical thinking, 11. Ability to use a systematic approach to process and product design, 12. Ability to communicate effectively, 13. Foreign languages, 14. Understanding of cultural diversity, 15. Ability to identify and formulate problems, 16. Ability to solve problems, 17. Management skills, 18. Understanding of fundamental principles of financial analysis, 19. Knowledge of methods for project management, 20. Business oriented thinking / Business approach, 21. Knowledge of marketing principles, 22. Knowledge of methods for total quality management, 23. Understanding of principles of sustainable development, 24. Understanding of ethical and professional responsibilities, 25. Expectation of the need for lifelong learning, 26. Self learning ability.



Slika 2 – Vrednovanje kvalitete učenja. Ocjena od 1 do 5. 1. Nastavnici me motiviraju; 2. Nastavnici normalno daju očekivanu pomoć; 3. Nastava je odlična i nadahnjuje; 4. Primjena metoda procjene uključuje temeljito razumijevanje sadržaja nastave; 5. Program studija je djelotvorno organiziran.

Fig. 2 – Evaluation of the quality of the teaching. Rank: from 1 to 5. 1. The teaching staff motivated me, 2. The teaching staff normally gave me helpful feedback, 3. My lectures were excellent and inspiring, 4. The assessment methods employed required an in-depth understanding of the course content, 5. The study programme was efficiently organized.

kemijskog inženjerstva. Ostvarena su odgovarajuća iskustva za timski rad, ali nedovoljna za liderski pristup. Premda su niže ocijenili kompetentnost na području informatičke tehnologije i edukaciju stranih jezika, diplomirani inženjeri u radu taj nedostatak ne vide.

Posebno je značajna činjenica, vezana za kretanja u obrazovanju, da je visoko ocijenjena edukacija koja omogućava daljnje samobrazovanje.

Profesor ciganin

N. Raos

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada

Dogodi mi se (čest slučaj!) u poslu, da tako kažemo, jedna nezgodacija. Dakle, dogovorih se s kolegom da krenemo u zajednički posao – ali... Nakon šest mjeseci na moj izravni upit saznah da kolega – koji se hvastao da će sve srediti – nije napravio ama baš ništa. I što sad? A što drugo nego mu lijepo reći da si potraži drugog suradnika. Ništa strašno, reći ćete. Usmeni dogovor nije ugovor. Čak i da sve skupa završi kojim čudom pred sudom, od parnice (kao ni od posla) ne bi bilo ništa. Kolega mi nije isplatio niti je kanio isplatiti bilo kakav novac. Materijalnih troškova nije imao, osim ako se u materijalne troškove ne uračunaju

Zanimljivo je da je edukacija u svim točkama slabije ocijenjena od njene relevantnosti za rad u praksi.

Literatura

1. Europski sustav bodova (ECTS), Sveučilišni vjesnik, XLVI, posebni broj, travanj 2000.
2. The Magna Charta Universitatum, Bologna 1988. <http://www.unizg.hr>.
3. Joint declaration on harmonisation of the architecture of the European higher education system, Sorbonne 1998. <http://www.unige.ch/eua>
4. Message from Salamanca shaping the european higher education area, Salamanca, 2001. <http://www.crue.org>
5. Joint declaration of the european ministers of education, Bologna 1999 <http://www.unige.ch/eua>
6. Integrated curricula leading to joint degrees, Mantova 2003, <http://www.unige.ch/eua>
7. The Bologna Process: Perspectives for the Future – National and European, Lisbon 2003. <http://www.unige.ch/eua>
8. Self Evaluation Report of the University of Zagreb; Sveučilišni vjesnik, XLVI: 3–4, 2000, 61–74.
9. Salzburg Seminar Report on the University of Zagreb, Ibid. str. 75–82.
10. Institutional Evaluation of the University of Zagreb, CRE Reviewers' Report; Ibid. str. 83–95.
11. Science and Higher Education in Croatia, Report on a visit by the Academia Europaea, Ibid. str. 97–107.
12. FKIT, nastavni programi studija, <http://www.fkit.hr>

Tekst je pripremljen u skladu s predavanjem autora „DALJNI RAZVOJ SVEUČILIŠNIH STUDIJA – PREDSTOJEĆE PROMJENE” održanom na Znanstvenom kolokviju održanom na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 26. svibnja 2003. god., u organizaciji Hrvatskog društva kemijskih inženjera i tehnologa, AMACIZ-a i Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije.

*Dragi gospon, naj mi rečeju,
Zakaj naši ljudi jesu cigani,
(A.G. Matoš, Grički dijalog)*

nadoknade za telefonske impulse koje je potrošio sa mnom razgovarajući. Ali vraže, ne lezi!

“Ti si sasvim lud”, kaže mi drugi kolega, inače čovjek u vrlo visokom znanstvenom zvanju, “kad si suradnju tako glatko, rekao bih pravo bezobrazno, odbio.” “Trebao si šutjeti kao ja i iz tog se nesretnog posla (kao ja) potihno izvući. Trebaš biti diplomat. Jesi li svjestan da je taj gospodin s kojim smo smjerali surađivati dobar prijatelj s dr. X, dr. Y i dr. Z. Zar hoćeš svu trojicu imati na vratu?”