

# PREPORUKE EFCE ZA PRIMENU BOLONJSKE DEKLARACIJE

Pošto su evropske zemlje počele da primenjuju Bolonjski princip dvostepenog sistema obrazovanja, Evropska federacija za hemijsko inženjerstvo (EFCE) smatra da bi bilo korisno formulisati preporuke vezane za studije hemijskog inženjerstva po ovom principu, uz napomenu da je EFCE još 2003. godine dala podršku ciljevima Bolonjskog procesa.

Prema kominikeima objavljenim posle konferencija ministara za visoko obrazovanje 2001. i 2003. godine, "diplome stečene posle prvog i drugog stepena obrazovanja trebalo bi da imaju različite orijentacije i različite profile kako bi bile prilagođene različitim kao individualnim i akademskim, tako i potrebama koje vladaju na tržištu rada". Ovo mišljenje deli i EFCE a ustanovljeno je i kao praksa među institucijama za visoko obrazovanje u hemijskom inženjerstvu. Međutim, postoje određene metode i tehnike zajedničke hemijskom inženjerstvu u celini i s tim u vezi EFCE smatra da je naročito u prvom stepenu obrazovanja potrebno insistirati na onome šta je zajedničko hemijskom inženjerstvu, a ukratko, to su tehnologija modifikovanja, separacije i reaktivnosti materijala i supstanci.

Ove preporuke se odnose na:

Željene rezultate studiranja kojim se postižu:

- opšta hemijska inženjerska znanja i sposobnosti (kvalifikacije),
- "prenosive" sposobnosti.

Postizanje rezultata obrazovanja vrši se preko:

- osnovnog gradiva,
- nastave i učenja,
- sticanja iskustava u industrijskoj praksi,
- praćenju i kontroli obrazovnog procesa,
- studentskog ocenjivanja.

Rezultati studiranja su formulisani uopšteno da bi se naglasilo šta je uobičajeno za hemijsko inženjersko obrazovanje. Predloženo osnovno gradivo uz dodatne odgovarajuće predmete iz fundamentalnih nauka, hemijskog i drugog inženjerstva kao i predmeti u van tehničkim oblastima, obezbediće brojne konkretne sadržaje potrebne za postizanje opštih ciljeva. Na taj način, "različiti" hemijski inženjeri će biti u mogućnosti da odgovore na zahteve i zadatke različitih industrija: rafinerija nafte, proizvodnje sirovih i prečišćenih hemikalija, papira, polimera, prehrambene, kozmetičke i farmaceutske industrije, kao i da odgovore na pitanja vezana za životnu sredinu. Studenti koji su završili drugi stepen obrazovanja biće dodatno osposobljeni da se bave istraživanjem i da nastave sa daljim obrazovanjem kroz doktorske studije.

Veliki procenat hemijskih inženjera je danas uključen u stvaranje različitih specijalizovanih proizvoda a relativno

manji broj radi na stvaranju uobičajenih hemikalija za široku potrošnju. Iako je tradicionalno hemijsko inženjersko obrazovanje i obučenosť još uvek potrebno svim hemijskim inženjerima, EFCE smatra da je sada potrebno uključiti i znanja iz "proizvodnog inženjerstva" u osnovno gradivo što odražava rastuću važnost nauke o savremenim materijalima.

Zajednički opšti rezultati i zajedničko osnovno gradivo će takođe olakšati postizanje jednog od ciljeva Bolonjskog procesa: širu i jednostavniju razmenu u Evropi i tokom studija i kasnije.

Ovde predloženo osnovno gradivo pokriva približno dve trećine potrebnog na prvom i drugom stepenu studija, ostavljajući slobodu visoko obrazovnim institucijama da uvede novine u daljem razvoju studijskih programa.

## ŽELJENI REZULTATI STUDIRANJA

U skladu sa preporukama/zahtevima drugih tela (uključujući i akreditaciona tela), EFCE je formulisao svoje preporuke najpre kao rezultate studiranja, odnosno šta student treba da zna i ispravno radi posle diplomiranja.

### Rezultati završenog prvog stepena studija hemijskog inženjerstva

Posle diplomiranja, hemijski inženjer prvog stepena bi trebalo da:

1. Posедуje znanja iz relevantnih osnovnih nauka (matematika, hemija, molekularna biologija, fizika) koja su potrebna za razumevanje, opis i bavljenje fenomenima u hemijskom inženjerstvu
2. Razume osnovne principe u hemijskom inženjerstvu: prenos mase, energije i količine kretanja, ravnoteža, brzina procesa (hemijske reakcije, prenosa mase, toplote i količine kretanja) i da je u stanju da ih koristi da bi postavio i rešio (analitički, numerički, grafički) razne hemijsko-inženjerske probleme
3. Razume osnovne pojmove kontrole procesa
4. Razume principe koji leže u osnovi metoda procesnih i proizvodnih merenja
5. Može da planira, izvede, objasni i opiše jednostavne eksperimente
6. Poseduje znanja o relevantnoj literaturi i izvorima podataka
7. Poseduje osnovna znanja o pitanjima vezanim za zdravlje, bezbednost i životnu sredinu
8. Razume pojam održivosti
9. Razume osnovne pojmove inženjerstva hemijskih proizvoda

10. Posедуje znanja o primeni u praksi procesnog i proizvodnog inženjerstva
11. Posедуje sposobnost da analizira složene probleme u odabranom usmerenju
12. Posедуje iskustvo u korišćenju odgovarajućeg softvera
13. Može da projektuje u odabranom usmerenju
14. Može da proračuna troškove procesa i projekta

### Rezultati završenog drugog stepena studija hemijskog inženjerstva

Drugi stepen studija biće okarakterisan većom diferencijacijom kako samih institucija tako i studenata. Tako, cilj je čak manje baziran na opštim znanjima a više na opštim metodama postavljanja i rešavanja različitih problema.

Posle diplomiranja, hemijski inženjer drugog stepena bi trebalo da:

1. Bude sposobniji u nadležnostima iz prvog stepena u izabranom usmerenju
2. Koristi šira znanja o osnovnim fenomenima kako bi mogao da izgradi složenije modele
3. Koristi odgovarajuće računarske alate
4. Može da izvede složenije eksperimente i da naprednije tumačenje rezultata
5. Može da analizira, procenjuje i upoređuje relevantne alternative u izabranom usmerenju
6. Može da sintetizuje i optimizuje nova rešenja
7. Može samostalno da proučava zadatak tematiku

EFCE očekuje da krajnji rezultati programa drugog stepena studija budu barem jednaki onima posle tradicionalnih studija u trajanju od 4,5 do 5 godina.

### "PRENOSIVE" SPOSOBNOSTI

Inženjersko obrazovanje bi trebalo da omogućiti inženjeru sticanje određenog broja "prenosivih" sposobnosti, koje su manje-više nezavisne od vrste inženjerstva. Ove sposobnosti nisu vezane za gradivo ili stepen studija ali će biti prisutne u izvesnoj meri u prvom stepenu studija a u drugom bi trebalo da budu proširene. Takve sposobnosti su definisane na mnogo načina a EFCE je izabrala formulu koju je dalo Američko akreditaciono telo ABET, uz manje izmene.

Po završetku studija, inženjer bi trebalo da:

1. Može da delotvorno komunicira uključujući komunikaciju i na engleskom jeziku, koristeći savremena odgovarajuća sredstva za prezentaciju
2. Može da radi u multidisciplinarnim timovima

3. Razume uticaj inženjerskih rešenja na okolinu i socijalnu sredinu
4. Razume pitanje profesionalne i etičke odgovornosti
5. Bude sposoban da samostalno uči i prihvata potrebu za učenjem tokom čitavog životaradnog veka

### POSTIZANJE ŽELJENIH REZULTATA STUDIRANJA

Da bi se obezbedio odgovarajući zajednički sadržaj različitih prvih i drugih stepena studiranja, EFCE preporučuje minimum predmeta (npr. matematika) za oba stepena i dodatne predmete (npr. reakciono inženjerstvo) za prvi stepen studija. Ovaj minimum se naziva osnovno gradivo. Osnovno gradivo za prvi stepen studija ostavlja prostor za gradivo koje daje razliku u usmerenju. Za drugi stepen, preporuke su vrlo opšteg karaktera, omogućavajući postizanje rezultata u širokoj paleti različitih usmerenja unutar obrazovnih institucija kao i među njima.

Ne postoji jednakost između rezultata studiranja i osnovnog gradiva. Krajnji rezultati se postižu samo kroz kombinaciju osnovnog gradiva i dodatnih kurseva u okviru svakog stepena obrazovanja.

Preporuka koja se odnosi na gradivo nabraja samo predmete. EFCE ne daje preporuku o broju kurseva niti o tome kako će teme biti grupisane u okviru kurseva. Dalje, mnoge od nabrojanih tema biće delovi većih kurseva koji sadrže više od jedne vrste gradiva.

Kako je zajednička evropska kreditna jedinica ECTU (European Credit Transfer Unit) kojih ima 60 po godini, sve preporuke su date u ECTU. EFCE je izabrala raspored za 3+2 dvostepeni sistem studija kao primer. Za drugačiji raspored dvostepenog studiranja brojeve ECTU treba adekvatno prilagoditi.

### Osnovno gradivo prvog stepena studija

Osnovne nauke i matematika:	min. 45 ECTU
– Matematika, statistika, numeričke metode, informatika	min. 20
– Hemija, fizika i molekularna biologija (uključujući i laboratoriju)	min. 25
Hemijsko inženjerstvo:	min. 65 ECTU
– Proračun materijalnog i energetskog bilansa	min 4
– Termodinamika/fizička hemija	min 10
– Dinamika fluida	min 6
– Separacije (mehaničke, na bazi ravnoteže, na bazi prenosa mase)	min 5
– Prenos toplote	min 3
– Reakciono inženjerstvo	min 3
– Konstrukcioni materijali	min 2
– Osnovni proizvodnog inženjerstva	min 3
– Kontrola procesa i uređaji	min 3
– Analitičke tehnike praćenja procesa	min 3

- Bezbednost, zdravlje i čovekova okolina min 3
- Rad u hemijsko–inženjerskoj laboratoriji min 6
- Diplomski rad/hemijsko inženjerski projekat min 12

Teme iz van–tehničkih nauka: min 10 ECTU

- Ekonomija i upravljanje (rukovođenje) min 2

Ukupno min 120 ECTU

Prvi stepen studija bi trebalo da sadrži 20–30% kurseva iz osnovnih nauka, 40–50% inženjerskih kurseva i do 10% tema kurseva iz nauka van–tehničke struke. Ovde preporučeni sadržaj je: 25% naučnog, 36% inženjerskog i 6% ne–tehnička gradiva od ukupnih studija od 180 ECTU, ostavljajući jednu trećinu za produbljivanje nekih tema ili dodavanje nekih drugih.

### Osnovno gradivo drugog stepena studija

Iako ovde pojedinačni predmeti nisu nabrojani, jasno je iz preporučenih sadržaja studiranja da glavni hemijsko–inženjerski predmeti kao što su fenomeni transporta, inženjerstvo hemijskih reakcija, dinamičko modelovanje kao i opšti premeti kao što su statistika, optimizacija, procena parametara moraju biti prošireni u odnosu na obim u kome su obrađivani tokom prvog stepena studija.

Osnovne nauke i matematika: min 15 ECTU

Hemijsko–inženjerski predmeti: min 40 ECTU

Diplomski rad/hemijsko–inženjerski projekat min 20 ECTU

Ukupno min 75 ECTU

Osnovno gradivo čini 63% ukupnih studija (120 ECTU), ostavljajući približno jednu četvrtinu školske godine za dodatnu specijalizaciju i proširivanje znanja.

### NASTAVA I UČENJE

Bez obzira na stepen studija, metodika nastave i učenja mora biti odgovarajuća za svaki predmet i tako izabrana da bi se postigli željeni rezultati studiranja. Metodika nastave i učenja bi takođe trebalo da pomognu da se kod studenata razvije sposobnost kako samostalnog rada tako i rada u timu. Tako je za obučavanje za timski rad neophodan rad u grupama. Da bi se osposobili za

komunikaciju, studenti moraju da pišu izveštaje i saopštenja. Da bi naučili kako da uče i da prihvate odgovornost za sopstveno učenje, tokom studija studentima se moraju davati odgovarajući zadaci za samostalno učenje i rešavanje problema. Da bi studenti razumeli etička, socijalna, profesionalna pitanja kao i pitanja vezana za životnu sredinu, tokom studija moraju se prezentirati adekvatni, ilustrativni primeri o kojima će se i diskutovati. Studije moraju biti organizovane tako da studentima obezbede rad tokom čitavog semestra i omoguće im relevantno povezivanje između različitih predmeta.

Svi kursevi bi trebalo da daju što više primera iz različitih oblasti, kako bi pokazali širinu primene hemijsko–inženjerskih metoda.

### STUDETSKA PRAKSA

Industrija ima važnu ulogu u obrazovanju hemijskih inženjera. Industrijsko iskustvo služi da prikaže primenu i ograničenja teorije, pomaže da se kursevi postavljaju u širi kontekst i motiviše za preostale studije. Dodatno, studentska praksa omogućava razvoj odnosa u društvu i motivaciju za dalje studije. Industrijsko iskustvo, može se obezbediti jedino ako industrija prihvati obavezu prijema i obučavanja studenata.

### PRAĆENJE I KONTROLA OBRAZOVNOG PROCESA

Svaka obrazovna institucija trebalo bi da prati i kontroliše obrazovni proces, kako bi obezbedila da su delovi tog procesa unapređeni i odgovarajuće koordinirani, da svaki taj deo sam za sebe doprinosi postizanju cilja datog kursa, i u celini doprinese poboljšanju obrazovnih rezultata.

### STUDENTSKO OCENJIVANJE

EFCE želi da istakne potrebu za odgovarajućom povratnom informacijom kako bi studentsko ocenjivanje poboljšalo rezultate studiranja.

Prevela sa engleskog,  
Tatijana Duduković