



Preveo/Translated by: M. Rogošić<sup>\*2</sup>

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

## EFCE – Bolonjske preporuke 2020.<sup>1</sup> Europska federacija za kemijsko inženjerstvo

### Predgovor predsjednika EFCE

Obrazovanje je jedan od glavnih oslonaca blagostanja i napretka u Europi. Usvajanjem Bolonjske deklaracije 1999. godine Europska unija započela je veliki projekt modernizacije svojih sustava visokoga obrazovanja. S obzirom na veliku međunarodnu mobilnost današnjih studenata, jedan od dvaju glavnih ciljeva bolonjskoga procesa zasigurno je – ili barem u velikoj mjeri – dostignut. Pokazalo se da je mnogo teže postići drugi bolonjski cilj – osiguravanje kvalitete visokoga obrazovanja u cijeloj Europi. Od početka bolonjskoga procesa u nastavne planove i programe uvedeni su brojni novi predmeti, obrazovanju su se pridružile nove – javne i privatne – institucije, pomaknula se ravnoteža između različitih vrsta visokoga obrazovanja, a u krajolik visokoga obrazovanja utisnuli su se novi načini prijenosa znanja. Može se očekivati da će internetska nastava doživjeti dosad neviđen uspon zbog pandemije virusa Covid-19 i posljedične potrebe za društvenim distanciranjem uz održavanje nastave živom. Sve te promjene zahtijevaju mudro promišljanje pri pokušaju da im se udovolji, uz osiguravanje kvalitete obrazovnih programa za sljedeće generacije.

Od početka Bolonjskoga procesa Europska federacija za kemijsko inženjerstvo (*European Federation of Chemical Engineering, EFCE*) doprinosila je razvoju u polju kemijskoga inženjerstva kao znanosti te u njegovoj primjeni. EFCE je 2005. objavila jedan od prvih skupova preporuka za prvi i drugi ciklus inženjerskoga obrazovanja sukladan bolonjskome procesu. Dokument je dobro prihvaćen i mnogi su ga upotrijebili kao vodič za oblikovanje studijskih programa kemijskoga inženjerstva. Preporuke su obnovljene 2010. kako bi se osnažila njihova usmjerenost na ishode učenja te uključio treći obrazovni ciklus (doktorat). Harmoniziranje i akreditiranje visokoobrazovnih stupnjeva doživjelo je otad mnoge promjene, pa se zahtijeva obnavljanje preporuka EFCE kako bi i dalje mogle služiti kao referencija pri ocjenjivanju kvalitete obrazovnih programa ili razvoju novih obrazovnih propisa u kemijskom inženjerstvu.

Glavna svrha preporuka EFCE-a jest osigurati da oni koji su završili kemijsko inženjerski studij posjeduju sve potrebne vještine za rad u kemijskom inženjerstvu. To uključuje ne samo fundamentalna znanja iz npr. termodinamike, reakcijskog inženjerstva ili separacijskih procesa već i kompetencije koje nadilaze samo

inženjerstvo, poput onih za timski rad i prekograničnu suradnju. Visokoškolski nastavnici i kreatori programa pozvani su da uključe nova znanja (iz npr. digitalizacije<sup>3</sup>) u nastavne programe te da osiguraju da se studentima posveti dovoljno vremena i energije za dosizanje razine kompetentnosti potrebne za rad u kemijskom inženjerstvu. Stoga EFCE preporučuje da se u kemijsko inženjerske programe uključi međunarodno iskustvo i industrijska praksa koji nadopunjuju rad u učionicama i laboratorijima, računalne vježbe i (skupne) projekte na sveučilištu ili u drugim visokoškolskim ustanovama.

Europska federacija kemijskog inženjerstva nije ovlaštena niti ima želju propisivati bilo kakve gotove nastavne programe na visokoobrazovnim institucijama ili ometati razvoj novih studijskih koncepata. Tablice s nastavnim sadržajima pojedinih kurikula i pripadnim ECTS-bodovima dane su kao primjer, a ne kao zahtjev i pokrivaju tek dvije trećine ukupnoga studijskoga vremena. Međutim, EFCE ne vjeruje da bi se iz te jezgre moglo mnogo toga izostaviti, a da se pritom ne dovede u pitanje vrijednost samoga programa za stjecanje kvalifikacije u polju kemijskoga inženjerstva. Nadalje, odgovarajuća kvalifikacija na razini drugoga obrazovnoga ciklusa u polju kemijskoga inženjerstva ne može se postići s mnogo manje od 300 ECTS-bodova utrošenih na odgovarajuće predmete, što je već postalo standardno u mnogim europskim zemljama. U tom pogledu, ovaj dokument može poslužiti i kao referencija koja bi studentima koji žele prijeći sa srodnih disciplina na kemijsko inženjerstvo ukazala na znanja i vještine koje im možda nedostaju iz prethodnih studija.

*Tempora aptari decet:* vremena se mijenjaju i potreba za prilagodbom velika je kao i uvijek. Uz globalizaciju, digitalizaciju i učinke pandemije potreba za promjenama u našem obrazovnom sustavu možda nikada nije bila tako hitna, još od vremena osnivanja Europske unije. Nadamo se da će ove revidirane preporuke EFCE-a pomoći visokoškolskim ustanovama u obrazovanju mladih kemijskih inženjera u sva tri obrazovna ciklusa, kako bi ih se sa sigurnošću osposobilo za rješavanje problema s kojima se suočavamo u Europi danas i u budućnosti.

U Frankfurtu, 4. svibnja 2020.  
Dr. Hermann J. Feise (Predsjednik EFCE)

<sup>\*</sup> Prof. dr. sc. Marko Rogošić, e-pošta: [mrogosic@fkit.hr](mailto:mrogosic@fkit.hr).

<sup>1</sup> (Op. prev.) Izvornik je dostupan na URL: [https://efce.info/Scientific+groups/Education/Publications/\\_/EFCE\\_Bologna\\_Recommendations\\_2020.pdf](https://efce.info/Scientific+groups/Education/Publications/_/EFCE_Bologna_Recommendations_2020.pdf) (25. 2. 2021.).

<sup>2</sup> (Op. prev.) Motivacija za prijevod je vrlo jasna onome tko je involviran u visokoškolsko obrazovanje u kemijskom inženjerstvu i sve brojnije i sve češće akreditacijske postupke (kao što je kod mene slučaj). Svojedobno sam u ovome časopisu objavio tekst koji je uspoređivao postojeće programe na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu s ranijom verzijom preporuka (M. Rogošić, Preporuke Europske federacije kemijskih inženjera – Koliko smo blizu ili kako daleko?, Kem. Ind. 60 (2011) 223–228). Ovoga puta usporedbu ću prepustiti nekome drugome, a pridržavam slobodu da u fusnotama zabilježim neke svoje komentare.

<sup>3</sup> (Op. prev.) Termin “digitalizacija” razmjerno je nov u europskome političkome govoru iz kojega se posljedično prenosi na sve niže razine bez mnogo objašnjavanja. Stoga treba prenijeti nekoliko definicija. Prema jednim, digitalizacija je način na koji se mnoga područja društvenoga života restrukturiraju oko infrastrukture za digitalno komuniciranje i medije. Prema drugima, digitalizacija je uporaba digitalnih tehnologija za promjenu poslovnoga modela i osiguravanje novih mogućnosti za prihodovanje i proizvodnju vrijednosti; ta je definicija vjerojatno bliža onome što bi trebala ovdje podrazumijevati. Pojam treba razlikovati od “digitizacije” koja se jednostavno definira kao proces promjene (informacije) iz analognoga u digitalni oblik. Molim konzultirati: J. Bloomberg, Digitization, digitalization, and digital transformation: Confuse them at your peril, Forbes Magazine, 2018, URL: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/?sh=3dda03032f2c> (25. 2. 2021.).

## Uvod

Prema priopćenjima s konferencija ministara nadležnih za visoko obrazovanje za praćenje učinaka Bolonjske deklaracije iz 2001. i 2003.,<sup>4</sup> “diplome prvoga i drugoga obrazovnog ciklusa trebale bi uključivati različita usmjerenja i različite profile kako bi se prilagodile raznolikosti pojedinačnih, akademskih te potreba tržišta rada”. Široko govoreći, u brojnim se zemljama propisuju dvije vrste visokoga obrazovanja u kemijskom inženjerstvu: “pretežito istraživački usmjereni” (prvostupnički ili sveučilišni) i “pristupnički ili veleučilišni ili pretežito primjenski usmjereni” programi prvoga obrazovnog ciklusa. Obje vrste programa odnose se na studije od tri ili četiri akademske godine s po 60 ECTS-bodova godišnje (ukupno 180 – 240 ECTS-bodova). Trajanje programa može ovisiti o duljini predsvučilišnog obrazovanja. Nakon završetka preddiplomskoga programa prvoga (prvostupničkoga) ciklusa studenti mogu nastaviti svoj studij (magistarskim ili sveučilišnim) programom drugoga ciklusa, tipično u polju kemijskoga inženjerstva, što daje daljnjih 90 – 120 ECTS-bodova (jedna i pol do dvije akademske godine).

Bolonjska deklaracija preporučila je uvođenje međunarodno usporedivoga sustava ECTS-bodova (*European Credit Transfer and Accumulation System*), što osigurava potreban godišnji obujam studentskoga rada (oko 1500 – 1800 sati) čemu se pridružuje 60 bodova. Iz toga slijedi da 1 ECTS-bod predstavlja opterećenje od oko 25 – 30 sati. Studijsko opterećenje uključuje i fizičke kontaktne sate (npr. predavanja ili laboratorijske vježbe) i samostalan rad. Specifična raspodjela bodova po kolegijima, modulima i ostalim dijelovima studija u nadležnosti je visokoškolske ustanove, a uvođenje ECTS-sustava razmatra svaka država potpisnica.

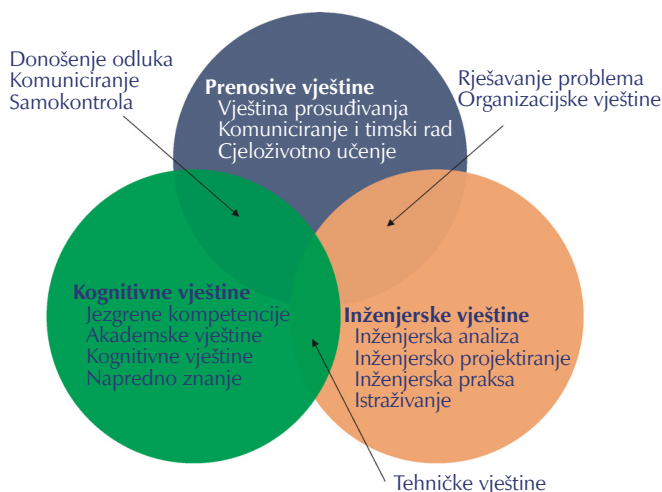
Kvalifikacijski okvir prvenstveno je usmjeren na osobe odgovorne za planiranje kurikula na sveučilištima ili visokoškolskim ustanovama. Namijenjen je razvoju novih ili proširivanju postojećih kurikula. To se posebno odnosi na planiranje novih srodnih inženjerskih kurikula čiji studenti moraju steći ključne inženjerske vještine.

Druga ciljna skupina su akreditacijska vijeća, akreditacijske agencije i stručnjaci koji rade u akreditacijskim postupcima. Oni su zaduženi za procjenu relevantnosti pojedinih kurikula na osnovi postojećega kvalifikacijskoga okvira. Općenito, Radna skupina za obrazovanje (*Working Party for Education*, WPE) u okviru EFCE-a preporučuje da se praktična usmjerenost studijskih kurikula vanjski vrednuje, čak i kod sustavno akreditiranih sveučilišta.

Ove preporuke za prvi i drugi obrazovni ciklus u skladu su s Okvirnim standardima i smjernicama EUR-ACE® (*European Accredited Engineer framework Standards and Guidelines*, EAFSG) za akreditiranje inženjerskih programa što ih je 2015. objavila Europska mreža za akreditiranje u inženjerstvu (*European Network for Engineering Accreditation*, ENAEE), koje su grupirane u sljedeće programske ishode:

- poznavanje i razumijevanje,
- inženjerska analiza,
- inženjersko projektiranje,
- istraživanje,
- inženjerska praksa,
- vještina prosuđivanja,
- komuniciranje i timski rad,
- Cjeloživotno učenje.

<sup>4</sup> A Framework for Qualifications of the European Higher Education Area, Bologna Working Group on Qualifications Frameworks, 2005, URL: [http://ecahe.eu/w/images/7/76/A\\_Framework\\_for\\_Qualifications\\_for\\_the\\_European\\_Higher\\_Education\\_Area.pdf](http://ecahe.eu/w/images/7/76/A_Framework_for_Qualifications_for_the_European_Higher_Education_Area.pdf) (25. 2. 2021.).



Slika 1 – Ishodi programa<sup>5</sup>

Dokument EAFSG druga je verzija dokumenta EAFS (*European Accredited Engineer Framework Standards*) i, prema ENAEE-u, cilj revidiranja nije bio izmijeniti osnovne standarde koji su ostali nepromijenjeni, već su se uzeli u obzir povratne informacije svih dionika ENAEE (studenti, visokoobrazovne institucije, zaposlenici, strukovne organizacije, akreditacijske agencije) kako bi se pojasnio i pojednostavio prikaz tih standarda.<sup>6</sup> Najvažnija promjena bila je zamjena programskih ishoda u području prenosivih vještina trima eksplicitno iskazanim kategorijama ishoda što se s tim vještinama povezuju. I dok preporuke EFCE zadržavaju prenosive vještine kao zasebnu kategoriju ishoda, važno je napomenuti da se očekuje da završeni studenti svoja postignuća u toj kategoriji iskažu u kontekstu ostalih prethodno iskazanih kategorija znanja i vještina.

Preporuke uključuju ishode kako “pretežito istraživački usmjerenih” tako i “pretežito primjenski usmjerenih” kemijsko inženjerskih programa, gdje prvi daju više znanstvene dubine, a drugi više praktičnih vještina.

NAPOMENA. U ovim se preporukama, kao i u dokumentu EAFS, izraz završeni student kemijskoga inženjerstva (ili jednostavno “završeni student”) upotrebljava da obilježi osobu koja je uspješno završila akreditirani studijski program u polju kemijskoga inženjerstva. Izbjegava se izraz “kemijski inženjer” zbog zbrke koja bi mogla proizaći iz njegovih uvelike različitih značenja u cijeloj Europi (i širom svijeta) što uključuje i specifična regulatorna značenja u nekim zemljama.<sup>7</sup>

Programski ishodi formulirani su na općenit način, kako bi se naglasilo što treba biti zajedničko kemijsko inženjerskom obrazovanju. Ovdje predloženi jezgri kurikul, s dodatnim prikladnim sadržajima iz prirodnih znanosti, kemijskoga inženjerstva i drugih inženjerskih disciplina te iz ne-tehničkih područja, omogućit će ostvarivanje općih ishoda u cijeloj paleti konkretnih primjera. Tako će se kemijski inženjeri moći nositi sa zahtjevima različitih industrija i procesnih zadataka: npr. u preradi nafte, u baznoj kemijskoj industriji i proizvodnji finih kemikalija, papira, polimera, hrane, kozmetike, farmaceutskih proizvoda te u zaštiti okoliša.

<sup>5</sup> (Op. prev.) S gledišta “neovisnoga i zainteresiranoga prevoditelja”, čini se neobičnim da su “kognitivne vještine” naziv i skupa vještina i jednoga njezinoga elementa. Nadalje, “cjeloživotno učenje” može označavati proces, možda čak i naviku, a vrlo teško vještinu.

<sup>6</sup> EUR-ACE Framework Standards and Guidelines, 2015, URL: <https://www.enaee.eu/eur-ace-system/standards-and-guidelines/#general-introduction> (25. 2. 2021.).

<sup>7</sup> (Op. prev.) Namjera je dobra, ali u izvorniku nije sasvim dosljedno provedena. Nastojao sam to korigirati u prijevodu.

Posebice, završeni studenti drugoga ciklusa moći će se baviti i istraživanjem i upisivati doktorski studij.

Veći se dio kemijskih inženjera danas bavi formuliranjem raznih specijalnih proizvoda, a tek manji radi u tradicionalnoj proizvodnji kemikalija na veliko. Iako svi kemijski inženjeri još uvijek trebaju mnoge od tradicionalnih kemijsko inženjerskih vještina, EFCE smatra da se u zajednički jezgri kurikulum trebaju uključiti i znanja o produktom inženjerstvu sukladno sve većoj važnosti moderne znanosti o materijalima. Promjene u kemijsko inženjerskoj struci, područjima djelovanja, nastavnim metodama, evolucija učenja i samih studenata te sve veća važnost međunarodne suradnje, održivosti i digitalnih metoda i alata zahtijevaju obnavljanje sveučilišnih kurikula.

Danas se smatra da će digitalna transformacija<sup>8</sup> unijeti velike izazove i promjene u cjelokupni obrazovni sektor i sve njegove ustanove. To je posljedica prvenstveno sve veće brzine proizvodnje novoga znanja, sve raznovrsnijih pristupa znanju i budućih promjena na tržištu rada.

WPE vjeruje da će akademske i multidisciplinarnе kvalifikacije naglašene u ovome kvalifikacijskome okviru u potpunosti vrijediti i u budućemu, naglašeno digitalnome svijetu. Nastavnici na sveučilištima i drugim visokoškolskim ustanovama potiču se da istražuju nove metode poučavanja koje će im omogućiti da te kvalifikacije što učinkovitije prenose te da povećaju svoju kompatibilnost sa sadašnjim studentskim naraštajima kojima je digitalni svijet sve prirodnije okruženje.

Uz poznavanje struke i ne-tehničkih vještina (ključne kvalifikacije), studenti se moraju suživjeti sa svojom društvenom i političkom odgovornošću i prihvatiti važnost etičnoga i odgovornoga ponašanja u području inženjerstva.<sup>9</sup>

Nadalje, ove preporuke pružaju visokoškolskim ustanovama priliku da nastavnim programima dadu vlastiti inovativni pečat. Stoga se predlažu samo osnovni kurikuli koji pokrivaju samo dvije trećine programa na razini prvoga (prvostupničkoga) ciklusa i daju tek okvir za drugi (magistarski) ciklus.

## Programski ishodi

Na tragu preporuka ili zahtjeva drugih tijela, uključujući i akreditacijska, EFCE je svoje preporuke formulirao prvenstveno kao programske ishode, tj. prikazujući ono što bi studenti trebali znati ili moći učiniti odmah nakon završetka studija. Kao što je navedeno u dokumentu EAFSG, "Programski ishodi opisuju poznavanje, razumijevanje, vještine i sposobnosti koje student mora moći pokazati po završetku akreditiranoga (kemijsko) inženjerskoga programa". Uz to, standardi poput EAFSG-a opisuju programske ishode koje akreditirani programi moraju ispunjavati, ali ne propisuju kako ih ostvariti. Visokoobrazovne institucije zadržavaju slobodu da (re)formuliraju programe s vlastitim posebnostima i karakterom te da propišu vlastite programske preduvjete.

Kako bi se opisali odgovarajući ishodi učenja ili programa, preporučuje se taksonomski pristup. Najčešće se primjenjuje Bloomova taksonomija (po Benjaminu Bloomu, 1913. – 1999.)<sup>10</sup> kao sustav

pojmova koji olakšavaju kvalitativno vrednovanje studijskih ishoda. Razlikuje se šest kompetencijskih razina, gdje svaka razina uključuje sve njoj podređene. U ovom se dokumentu Bloomova taksonomija (vidi Dodatak) upotrebljava da bi se označila razina osposobljenosti ili stručnosti te primjenjuje pri opisima pojedinih modula ili ispita zasnovanih na kompetencijama.

## Ishodi prvoga (prvostupničkoga) ciklusa kemijsko inženjerskih programa

Završeni student prvoga ciklusa treba zadovoljiti sljedeće kriterije:

### POZNAVANJE I RAZUMIJEVANJE

Završeni studenti sposobni su:

- opisati i objasniti osnovno poznavanje<sup>11</sup> matematike, fizike, kemije i biologije koje im omogućuje postizanje drugih programskih ishoda i razumijevanje pojava koje postoje u polju kemijskoga inženjerstva;
- objasniti i protumačiti osnovna načela kemijskoga inženjerstva za modeliranje i simuliranje kemijskih reakcija i biomolekulskih procesa, procesa prijenosa energije, tvari i količine gibanja te separacijskih procesa;
- opisati osnovna načela tehnika mjerenja i vođenja i prenijeti ta načela u praktične primjene;
- prepoznati širi multidisciplinarni kontekst kemijskoga inženjerstva.

### INŽENJERSKA ANALIZA

Završeni studenti sposobni su:

- identificirati probleme različite kompleksnosti u svojem području<sup>12</sup> te ih holistički sažeti, formulirati i riješiti koristeći se osnovnim načelima;
- razmotriti, analizirati i vrednovati proizvode, procese i metode u svojem području na osnovama sustavskoga inženjerstva; ispravno protumačiti ishode takvih analiza;
- odabrati i primijeniti prikladne metode analize, uključujući eksperimentiranje, modeliranje, simuliranje i optimiranje.

### INŽENJERSKO PROJEKTIRANJE

Završeni studenti sposobni su:

- razviti osnovni projekt proizvoda ili procesa sukladno postavljenim zahtjevima, koji može uključivati svijest o ne-tehničkim – etičkim, društvenim, zdravstveno-sigurnosnim, okolišnim, ekonomskim i industrijskim – razmatranjima;
- odabrati prikladne metode projektiranja i primijeniti ih;
- projektirati proizvod, proces ili jediničnu operaciju za pretvorbu tvari ili energije koristeći se sviješću o najnovijim dostignućima u svojem području.

### ISTRAŽIVANJE

Završeni studenti sposobni su:

- istražiti stvarni kemijsko inženjerski problem znanstvenim pristupom;

<sup>8</sup> (Op. prev.) Evo još priloga terminologiji! Digitalna transformacija odnosi se na proces koji započinje od trenutka kada organizacija krene razmišljati o uvođenju digitalnih tehnologija u svim područjima poslovanja i traje do trenutka njihove potpune integracije. Molim konzultirati službene internetske stranice Europske unije: URL: [https://ec.europa.eu/croatia/what\\_is\\_digital\\_transformation\\_changing\\_hr](https://ec.europa.eu/croatia/what_is_digital_transformation_changing_hr) (25. 2. 2021.)

<sup>9</sup> (Op. prev.) Gdje se spominje "inženjerstvo" bez pridjeva "kemijsko", razaznaje se prijenos s općih (EAFSG) na posebne (EFCE) dokumente.

<sup>10</sup> B. S. Bloom, M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill, D. R. Krathwohl, Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain, McKay, New York, 1956.

<sup>11</sup> (Op. prev.) "Opisati i objasniti osnovno poznavanje" je primjer nespretnoga i pomalo nasilnoga uvođenja Bloomove taksonomije. Upotrijebljeni glagol trebao bi sugerirati način provjere ishoda učenja, što je ovdje teško dokučivo. Čini mi se i da je sama Bloomova taksonomija sve neprimjenjiva kako se "penjemo" u obrazovnome ciklusu. Međutim, nama koji smo sudjelovali u pripremi ustanove za akreditacijske posjete lakše je bilo "vezati konja gdje ti aga kaže" i "ne bosti se s rogatima", tj. postupiti prema uputama akreditacijskih tijela.

<sup>12</sup> (Op. prev.) "Svojem području" je još jedan primjer prenošenja preporuka s više na nižu razinu.

- pretražiti, upotrijebiti i kritički se osvrnuti na knjižnične i mrežne izvore za prikupljanje informacija o karakteristikama i metodama projektiranja procesne opreme, fizičkim svojstvima, kinetičkim i termodinamičkim podacima i drugim tehničkim informacijama;
- formulirati prikladne specifikacije, analitičke metode i sigurnosnu ocjenu prije početka eksperimentalnog istraživanja;
- planirati i provesti eksperimente, protumačiti rezultate i izvući zaključke uz vodstvo starijega znanstvenika (kemijskoga inženjera).

#### INŽENJERSKA PRAKSA

Završeni studenti sposobni su:

- kombinirati teoriju i praksu da bi analizirali i riješili probleme iz područja inženjerskih znanosti primjenjujući metode zasnovane na temeljnim načelima;
- vrednovati potencijalnu uporabu i ograničenja primjenjivih tehnika, metoda, materijala, opreme, alata, inženjerskih tehnologija i procesa;
- organizirati i provesti projekte;
- raditi sa specijalistima drugih disciplina uz uzajamno uvažavanje;
- prepoznati i vrednovati važnost ne-tehničkih – etičkih, društvenih, zdravstveno-sigurnosnih, okolišnih, ekonomskih i industrijskih – ograničenja i ponašati se sukladno njima;
- primjenjivati pravila inženjerske prakse u svojem području.

#### VJEŠTINA PROSUĐIVANJA

Završeni studenti sposobni su:

- prikupljati i tumačiti relevantne podatke i pritom se nositi s kompleksnošću te obrazlagati prosudbe uz osvrtnje na relevantna društvena i etička pitanja;
- organizirati kompleksne tehničke i stručne djelatnosti ili projekte uz preuzimanje odgovornosti za donošenje odluka;
- razumjeti utjecaj inženjerskih rješenja u okolišnome i društvenome kontekstu.

#### KOMUNICIRANJE I TIMSKI RAD

Završeni studenti sposobni su:

- predstaviti rezultate svoga rada u pisanome i usmenome obliku na suvisao način;
- djelotvorno razmjenjivati informacije, ideje, probleme i rješenja, kako sa stručnjacima tako i s nestručnjacima (uključujući i širu društvenu zajednicu), primjenjujući moderne prezentacijske alate na pravi način;
- raditi pojedinačno i kao članovi nacionalnih, međunarodnih te multidisciplinarnih timova, služeći se barem dvama jezicima, uključujući engleski.

#### CJELOŽIVOTNO UČENJE

Završeni studenti sposobni su:

- poboljšati svoje znanje i vještine, samostalno učiti te prepoznati potrebu za cjeloživotnim učenjem;
- samostalno pratiti razvoj znanosti i tehnologije;
- rezervirati dio svoga radnoga vremena za cjeloživotno učenje.

#### *Ishodi drugoga (magistarskoga) ciklusa kemijsko inženjerskih programa*

Završeni student drugoga ciklusa, pored onih stečenih u prvome ciklusu, treba ispunjavati sljedeće kvalifikacije:

#### POZNAVANJE I RAZUMIJEVANJE

Završeni studenti sposobni su:

- baviti se znanstvenim radom i djelovati odgovorno u svojim strukama i društvu na osnovi širokoga i temeljitoga znanja matematike, fizike, kemijskog inženjerstva i drugih znanosti na razini nužnoj da se postignu drugi programski ishodi;
- prepoznati i vrednovati nova postignuća u svojem području;
- prepoznati širi multidisciplinarni kontekst kemijskoga inženjerstva i znanstvena pitanja na granicama različitih područja te ulaziti u interakciju preko tih granica.<sup>13</sup>

#### INŽENJERSKA ANALIZA

Završeni studenti sposobni su:

- identificirati, analizirati i rješavati kompleksne probleme na znanstveni način, čak i kada su definirani nepotpuno, na neobičan način, sadržavajući suprotstavljene zahtjeve te koji mogu uključivati razmatranja izvan područja studija i ne-tehnička – društvena, zdravstveno-sigurnosna, okolišna, ekonomska i industrijska – ograničenja;
- sažimati, formulirati i rješavati kompleksne probleme u novome polju ili onome koje se tek razvija;
- primijeniti inovativne metode za rješavanje problema zasnovane na temeljnim načelima;
- osmisliti kemijsko inženjerske proizvode, procese i sustave;
- analizirati nove i kompleksne proizvode, procese i sustave unutar širega ili multidisciplinarnoga konteksta; izabrati najprikladnije relevantne metode među postojećima – analitičkim, računalnim ili eksperimentalnim – ili pak novim i inovativnim metodama; kritički protumačiti ishode takvih analiza.

#### INŽENJERSKO PROJEKTIRANJE

Završeni studenti sposobni su:

- razviti ideje i rješenja problema na osnovi fundamentalnih načela, također i za probleme koji su definirani na neobičan način te koji uključuju, u slučaju potrebe, i druga ograničenja, kako ona iz drugih inženjerskih područja tako i ne-tehnička – društvena, zdravstveno-sigurnosna, okolišna, ekonomska, industrijska ili komercijalna;
- razviti i projektirati nove i kompleksne proizvode, opremu, procese ili metode;
- koristiti se moći inženjerskoga prosuđivanja pri radu s kompleksnim ili možebitno nepotpunim informacijama da bi se prepoznala i uspješno prevladala nesuglasja;
- odabrati i primijeniti najprikladnije relevantne metodologije projektiranja među već postojećima ili kreativno osmisliti nove;
- projektirati upotrebljavajući poznavanje i razumijevanje najnovijih dostignuća u svojem području.

#### ISTRAŽIVANJE

Završeni studenti sposobni su:

- uhvatiti se u koštac sa stvarnim kemijsko inženjerskim problemom putem znanstvenoga pristupa, upotrebljavajući svoje vještine i znanje da bi identificirali, kritički vrednovali, izveli (u slučaju potrebe) i kvantificirali zahtijevane informacije ili podatke;
- prepoznati potrebu za informacijama te načine pronalazjenja i osiguravanja pouzdanih i relevantnih informacija;

<sup>13</sup> (Op. prev.) Opet kao primjer, s navedenim programskim ishodima moram se složiti, ali mi s gledišta vrednovanja ishoda nije na prvu jasno kako provjeriti i ocijeniti hoće li student "djelovati odgovorno", "prepoznati postignuća" i "prepoznati širi multidisciplinarni kontekst". Može li se sve to učiniti, primjerice, prilikom obrane diplomskoga rada?

- samostalno planirati i provesti eksperimentalni rad;
- kritički vrednovati informacije i podatke te iz njih izvlačiti zaključke;
- ispitati i kritički vrednovati primjenu novih tehnologija i tehnologija u razvoju;
- razviti i primijeniti naputke za rad i sigurnosna pravila.

#### INŽENJERSKA PRAKSA

Završeni studenti sposobni su:

- metodički razvrstati znanja iz različitih područja i iz njih izvući sustavne zaključke, uključujući i kompleksne slučajeve;
- upoznati se s novim zadaćama sustavno i u prikladnome vremenskom okviru;
- sustavno promišljati o ne-tehničkim učincima inženjerskoga posla i takvo gledanje odgovorno uključiti u sve što čine;
- pronaći rješenja koja zahtijevaju visoku razinu stručnosti s obzirom na tehnike i metode analize, projektiranja i istraživanja te njihova ograničenja;
- iskazati praktične vještine, uključujući uporabu računalnih alata, pri rješavanju kompleksnih problema, realiziranju kompleksnih inženjerskih projekata, projektiranju te provođenju kompleksnih istraživanja;
- kritički upotrebljavati primjenjive materijale, opremu i alate, inženjerske tehnologije, softver i procese te biti svjestan njihovih ograničenja;
- raditi u kompleksnome okruženju, svjestan etičkih, društvenih, zdravstveno-sigurnosnih, okolišnih, ekonomskih i industrijskih posljedica inženjerske prakse;
- provoditi kritičku analizu ekonomskih, organizacijskih i upravljačkih pitanja (poput vođenja projekata, upravljanja rizicima, upravljanja promjenama).

#### VJEŠTINA PROSUĐIVANJA

Završeni studenti sposobni su:

- integrirati znanje i pritom se nositi s kompleksnošću da bi oblikovali prosudbe na temelju nepotpunih ili ograničenih informacija koje uključuju osvrtnje na društvenu i etičku odgovornost povezanu s primjenom svojega znanja i prosudbi;
- voditi kompleksne tehničke ili stručne djelatnosti ili projekte koji mogu zahtijevati nove strateške pristupe te pritom preuzimati odgovornost za donošenje odluka.

#### KOMUNICIRANJE I TIMSKI RAD

Završeni studenti sposobni su:

- djelotvorno funkcionirati u nacionalnome i međunarodnome okruženju, kao članovi ili vođe timova koji mogu uključivati stručnjake različitih disciplina i razina ekspertize te koji se mogu služiti alatima virtualne komunikacije;
- upotrebljavati različite metode za jasno i precizno iznošenje vlastitih zaključaka te znanje i podlogu koja iza njih stoji, kako stručnoj tako i ne-stručnoj publici u nacionalnome i međunarodnome okruženju, na materinjem i engleskome jeziku.

#### CJELOŽIVOTNO UČENJE<sup>14</sup>

Završeni studenti sposobni su:

- samostalno pratiti razvoj znanosti i tehnologije;

- poboljšavati svoje znanje i vještine, samostalno učiti koristeći se prikladnim sredstvima i prepoznati potrebu za cjeloživotnim obrazovanjem;
- rezervirati dio svojega radnoga vremena za cjeloživotno učenje;
- angažirati se u neovisnome cjeloživotnome obrazovanju.

EFCE očekuje da su konačni ishodi nakon drugoga (magistarskoga) ciklusa barem jednakovrijedni onima s tradicionalnih programa drugoga ciklusa (4½ – 5 godina).<sup>15</sup>

#### Ishodi trećega (doktorskoga) ciklusa kemijsko inženjerskih programa<sup>16</sup>

Završeni student trećega ciklusa, pored kvalifikacija stečenih u drugome ciklusu:

- pokazat će sustavno razumijevanje svojega područja i vrsno vladanje vještinama i istraživačkim metodama u tome području;
- pokazat će sposobnost osmišljavanja, dizajniranja, provođenja i prilagođavanja programa istraživanja velikoga opsega s inženjerskim integritetom;
- iskazat će doprinos u smislu izvornoga istraživanja koje proširuje granice tehnologije i znanja, velikoga je opsega, a njegovi dijelovi zaslužuju objavljivanje u nacionalnim ili međunarodnim recenziranim publikacijama ili mogu rezultirati patentima;
- moći će kritički analizirati, vrednovati i sintetizirati nove i kompleksne ideje te opravdati svoje izbore uzimajući u obzir tehnološka, društvena, vremenska i ekonomska ograničenja;
- moći će razvijati projektne planove i specificirati za njih potrebne resurse u međunarodnome okruženju;
- moći će, na materinjem i engleskome jeziku, komunicirati s kolegama, širom međunarodnom akademskom i općom društvenom zajednicom o svojim idejama ili stručnim pitanjima;
- moći će, u akademskim i strukovnim krugovima, promovirati tehnološki, društveni i kulturni napredak kao dio društva znanja.<sup>17</sup>

#### Postizanje ishoda učenja prvoga i drugoga ciklusa

Kako bi se osigurao odgovarajući zajednički sadržaj i razina različitih diploma prvoga i drugoga ciklusa, EFCE preporučuje minimalne zahtjeve za određene predmete i sadržaje (npr. matematiku i reakcijsko inženjerstvo) koji čine temeljni kurikulum svakoga ciklusa.

Iako je osnovni kurikulum prvoga (prvostupničkoga) ciklusa detaljnije razrađen od programa drugoga (magistarskoga) ciklusa, velik dio studija nije definiran, pa ustanove imaju priliku u njega ugraditi svoje posebnosti ili vlastite doprinose u području kemijskoga inženjerstva.

Preporuke za drugi ciklus vrlo su općenite, pa je lako kreirati širok spektar različitih orijentacija unutar pojedinih ustanova ili među njima sve dok se ispunjavaju opći ishodi učenja.

Treba primijetiti da preporuke za kurikulum navode sadržaje. EFCE ne preporučuje broj kolegija ili kako rasporediti sadržaje po kolegijima. Štoviše, mnogi od navedenih sadržaja mogu biti dio većih kolegija.

<sup>14</sup> (Op. prev.) Pogleda li se pažljivije, vidjet će se da su ishodi prvoga i drugoga ciklusa praktički isti. Sukladno metodologiji, ovdje bi trebalo navoditi samo nove, a ne ponavljati one iz prvoga ciklusa jer se podrazumijevaju. Nije lako ukalupiti nešto što se (inženjerima) gotovo pa podrazumijeva u propisane formulacije koje potječu iz drugoga (ne-inženjerskoga) konteksta.

<sup>15</sup> (Op. prev.) Misli se na "stare" dodiplomske programe.

<sup>16</sup> (Op. prev.) Manjkavosti raščlambe programskih ishoda kako ih definira EAFSG došle su do izražaja na najvišem, trećemu stupnju, gdje se od nje moralo odustati i jednostavno pobrojiti ishode.

<sup>17</sup> (Op. prev.) Definiciju i opis "društva znanja" potražiti u tekstu Toward knowledge societies. UNESCO World Report, UNESCO, Pariz, 2005.

Tipični kurikulum prvostupnika kemijskog inženjerstva u Europi je 180 – 210 ECTS-bodova, ali se u nekim zemljama traži 240 ECTS-bodova. Magistarski programi kemijskog inženjerstva nose obično 60 do 120 ECTS-bodova. Tablice u nastavku daju predloženi raspon bodova za pojedine discipline kemijskoga inženjerstva u nastavnim programima prvoga i drugoga ciklusa. Bodovni rasponi primjenjivi su u kurikulumima prvoga ciklusa od 180 do 210 ECTS-bodova te u kurikulumima drugoga ciklusa od 90 do 120 ECTS-bodova. Za ostale sheme bodove je potrebno dodatno prilagoditi.

### Kemijsko inženjerski program prvoga (prvostupničkoga) ciklusa

Program predviđa da se kemijsko inženjerske osnove izlažu putem primjera njihove primjene u različitim granama kemijske i procesne industrije, tako da se ishodi povezani s tim osnovama približe onima koji proizlaze iz kemijskoga inženjerstva kao znanosti ili iz specifičnih primjena kemijskog inženjerstva. Kurikulum prvoga (prvostupničkoga) ciklusa tipično će biti sačinjen od 20 do 30 % prirodnih znanosti, 40 – 50 % inženjerskih znanosti i do 10 % komplementarnih sadržaja.

Jezgri kurikulum kemijskoga inženjerstva (prvi ciklus)	Minimum ECTS-bodova	Udio / %
<b>Osnove (prirodnih) znanosti</b> matematika, informatika (uključujući upravljanje podatcima i skup alata za njihovu digitalizaciju), <sup>18</sup> fizika, kemija, biologija	35	20 – 30
<b>Osnove kemijskog inženjerstva</b> bilanca tvari i energije, termodinamika, dinamika fluida, prijenos tvari i energije, separacijski procesi, reakcijsko inženjerstvo, jedinične operacije, bioproceno inženjerstvo, vođenje procesa	50	30 – 40
<b>Jezgre primjene kemijskog inženjerstva</b> osnove produktivnog inženjerstva, sigurnost kemikalija i kemijskih procesa, zdravlje i okoliš, softver za projektiranje i procesni softver, analitičke tehnike	10	5 – 12
<b>Kemijsko inženjerstvo kao znanost ili specifična područja primjene kemijskog inženjerstva</b> sukladno specifičnoj orijentaciji sveučilišnoga studija; može uključivati i dulju industrijsku praksu; može pokrivati klasična ili moderna područja, npr. bioproceno inženjerstvo, biomaterijale, prehrambeno inženjerstvo, farmaceutsko inženjerstvo	30	15 – 25
<b>Komplementarna područja</b> npr. ekonomika, menadžment, poduzetništvo, zakonski okviri, timski rad, engleski kao jezik struke	10	5 – 12
<b>Završni rad ili završni projekt prvoga (prvostupničkoga) ciklusa</b> Završni rad ili projekt nije obavezan na prvostupničkoj razini, ali ako nije uključen, tada nastavni program treba sadržavati ukupno barem 10 ECTS-bodova za inženjersko projektiranje.	10	5 – 10

<sup>18</sup> (Op. prev.) *Digitalization toolbox* iz izvornika preveden je kao "skup alata za njihovu digitalizaciju". Google za "Digitalization toolbox" vraća (25. 2. 2021.) samo 329 rezultata. Osim ostalih, i Siemens intenzivno radi na tome i željno očekujemo rezultate i pojašnjenja o čemu se zapravo radi. Vidi URL: <https://new.siemens.com/th/en/products/services/industry/digital-industry-services.html> (25. 2. 2021.).

### Kemijsko inženjerski program drugoga (magistarskoga) ciklusa

Iako se ovdje neće navoditi sadržaji, nego ilustrativni primjeri, iz preporučenih ishoda učenja jasno je da treba uključiti središnje sadržaje kemijskoga inženjerstva poput fenomena prijenosa, reakcijskoga inženjerstva, dinamičkoga modeliranja te opće sadržaje poput statistike, optimiranja, procjene parametara, u doseg naprednijem od onoga na prvostupničkome studiju. Preporučuje se da se u kurikulum u velikoj mjeri uključe izborni predmeti (do 25 %) kako bi se osiguralo da se završeni studenti kemijskog inženjerstva dobro pripreme za svoje pojedinačne karijere.

Jezgri kurikulum kemijskoga inženjerstva (drugi ciklus)	Minimum ECTS-bodova	Udio / %
<b>Matematika i prirodne znanosti</b> proširenje matematičkih i predmeta iz područja prirodnih znanosti s posebnim usmjerenjem na zahtijevane osnove digitalizacije, inženjerstva okoliša, energetike ili biotehnologije, među ostalim	9	10 – 20
<b>Napredne osnove kemijskog inženjerstva i njegove primjene</b> npr. napredni sadržaji iz područja višefaznoga reakcijskoga inženjerstva, fenomena prijenosa, modeliranja i simuliranja	25	25 – 50
<b>Napredno kemijsko inženjerstvo kao znanost, napredne prirodne znanosti ili specifična područja primjene kemijskog inženjerstva</b> Sukladno specifičnoj orijentaciji sveučilišnoga studija, može uključivati i dulju industrijsku praksu; može pokrivati klasična ili moderna područja, npr. bioproceno inženjerstvo, biomaterijale, prehrambeno inženjerstvo, farmaceutsko inženjerstvo. Treba pokrivati međusektorske utjecaje.	18	20 – 40
<b>Komplementarna područja</b> npr. napredna ekonomika, projektni menadžment, upravljanje ljudskim potencijalima, napredno komuniciranje i druge stručne kompetencije	5	5 – 10
<b>Završni rad drugoga (magistarskoga) ciklusa</b>	20	15 – 25

### Upravljanje programom

Program treba organizirati tako da studentima i nastavnicima omogući postizanje ishoda. EFCE daje neke preporuke koje se odnose na upisne preduvjete, nastavu i učenje, međunarodno i industrijsko iskustvo, ocjenjivanje, resurse, etiku i osiguranje kvalitete. Smjernice su preuzete iz različitih izvora, vrlo širokoga spektra, ništa ne propisuju, ali cilj im je pomoći visokoobrazovnim ustanovama da udovolje standardima i zadrže kvalitetu u nastavi kemijskog inženjerstva. Upravljački sustavi poput:

- sustava za upravljanje poučavanjem (registriranje kolegija, nastavnika, nastavnih termina – *online* i *offline*, portal za izvođenje nastave na daljinu),
- sustava za projektni menadžment (planiranje prihoda i troškova, financijska kontrola),
- sustava za upravljanje sadržajem (sadržaji, IP-adresa za prilagodbu sustava vlastitim potrebama),
- sustava za upravljanje dokumentima (softver za zajednički rad, pohranjivanje dokumenata),

mogu služiti kao pozadinski ured za podršku nastavi.

### Upisni preduvjeti

Preduvjeti za upis na prvostupnički program zahtijevaju odgovarajući i zadovoljavajući standard znanja iz matematike i prirodnih znanosti ovjeren kvalifikacijom, što omogućuje pristup visokome obrazovanju (međunarodna matura, matura, srednjoškolska svjedodžba o obrazovanju, srednjoškolski certifikati itd.).<sup>19</sup>

Za upis u magistarski ciklus potrebna je prvostupnička svjedodžba iz odgovarajućega programa. Kandidati koji su završili drugi (srodan) program trebali bi pokazati posebnu sposobnost za program koji upisuju i osnovno znanje koje će kandidatu omogućiti da se uspješno uključi u studij kemijskoga inženjerstva na razini programa drugoga ciklusa. Ustanove koje nude takve programe kandidatima trebaju osigurati potrebne mehanizme kojima bi mogli pokazati postizanje programskih ishoda na potrebnoj (magistarskoj) razini. To može biti, primjerice, putem dodatnih razlikovnih kolegija.

### Poučavanje i učenje

Proces poučavanja i učenja trebao bi omogućiti da završeni studenti pokažu kako su stekli vještine i znanja navedene u programskim ishodima. Ishodi bi trebali promovirati neovisan i timski rad, odgovornost, multidisciplinarno i sustavsko razmišljanje, sposobnost oblikovanja koncepata, svojstveno razmišljanje o sigurnosti i održivosti, povezivanje različitih sadržaja, komunikaciju, interkulturalizam, inovacije i menadžment. Također, studenta bi trebali uvesti u proces cjeloživotnoga učenja i pripremiti ga za upravljanje svojim radnim vremenom.

Metode poučavanja i učenja trebale bi odgovarati prirodi samoga sadržaja, broju studenata, njihovim različitim ulaznim kvalifikacijskim razinama i stilovima učenja, a trebalo bi ih odabrati tako da se program može izvesti te da se pritom postignu njegovi ishodi učenja. Izbor metoda prenošenja znanja prepušta se odgovornosti samih izvoditelja, uz uvjet da odgovaraju sveučilišnim zahtjevima, ali se potiče uporaba različitih metoda u nastavi. Metode bi trebale uključivati predavanja, problemsko i projektno učenje, mentorski rad, laboratorijske vježbe i radionice, a mogu se izvoditi na daljinu, mješovitim pristupom, izokrenutim poučavanjem,<sup>20</sup> računalom potpomognutim učenjem, učenjem uz podršku kolega itd. Potiče se primjena inovativnih nastavnih metodologija.

Također, treba poticati uporabu sredstava poput studentskih anketa te periodička institucijska vrednovanja kako bi se povećala djelotvornost poučavanja i kvaliteta učenja.

### Međunarodno iskustvo

Završeni studenti kemijskog inženjerstva često se mogu zaposliti u poduzećima i organizacijama koje djeluju globalno. Stoga se preporučuju periodi učenja u drugoj zemlji, bilo u industriji ili na sveučilištu.

Međunarodno iskustvo trebalo bi trajati najmanje 3 do 6 mjeseci, trebalo bi ga ocijeniti i uključiti u tekst diplome. Stoga bi trebalo uključivati jasno definirane ishode učenja vrednovane odgovarajućim ECTS-bodovima.

Toplo se preporučuje ovladavanje barem jednim stranim jezikom, uključujući engleski, u kontekstu strukovnoga komuniciranja u području kemijskog inženjerstva (npr. laboratorijski ili projektni izvještaji). Razina jezičnoga znanja također se može ovjeravati međunarodnim standardnim testovima.

<sup>19</sup> (Op. prev.) Izvornik ovdje navodi primjere iz prakse europskih zemalja: *Abitur, A-levels...*

<sup>20</sup> (Op. prev.) Samostalno proučavanje teorijskih sadržaja kod kuće i problemski rad u učionici.

### Industrijsko iskustvo

Cilj industrijske prakse je upoznati buduće inženjere s industrijskim radnim mjestom. Industrijska praksa doprinosi programskim ishodima u području inženjerske prakse, a student se pritom upoznaje s radom u sigurnome okruženju, dobiva primjere industrijske primjene teorije i njezinih ograničenja, smješta pojedine nastavne sadržaje u širi kontekst, razumijeva prirodu i pristup primijenjenih industrijskih projekata i stječe društvene i upravljačke vještine. Što se tiče same industrije, industrijska praksa omogućuje joj da se uključi u obrazovanje budućih inženjera pružajući im mogućnost sudjelovanja u stvarnim industrijskim projektima, da uspostavi i održava suradnju sa sveučilištima, da upozna potencijalne buduće zaposlenike te da pridonese praktičnoj inženjerskoj obuci. Praksa može pomoći studentima da steknu vještine važne za posao poput onih komunikacijskih (pisanih i usmenih), a pomaže im i da apstraktne pojmove smjeste u odgovarajući kontekst. Pri slanju studenata u stvarno industrijsko okruženje može se primijetiti da oni u takvim neakademskim uvjetima napreduju u području rješavanja problema, kritičkoga razmišljanja i govorničkih vještina. Industrijska praksa smanjuje šok pri prelasku s akademije u industriju i priprema ih za prvi posao. Prednosti industrijske prakse ističu i studenti, i nastavnici koji ih pritom akademski prate, i sami poslodavci.

Industrijska se praksa preporučuje kako u prvostupničkome tako i u magistarskome ciklusu.

Za prvostupnički ciklus ciljevi prakse su razvijanje komunikacijskih vještina, konsolidiranje tehničkoga znanja o procesima i materijalima, upoznavanje industrijskoga okruženja, otkrivanje odgovornosti voditelja industrijskoga pogona i upoznavanje s inženjerskom kulturom. Preporučuje se trajanje od oko dva mjeseca.

Za magistarski ciklus ciljevi prakse su jačanje znanstvenih, tehničkih i upravljačkih vještina budućih inženjera u situacijama iz struke, primjena tehničkih i metodoloških vještina stečenih na sveučilištu na industrijske situacije te izlaganje i obrana svojih zaključaka. Preporučuje se trajanje od dva do pet mjeseci.

Oglašavanje ponuđenih industrijskih praksi može se povjeriti namjenskome sveučilišnome odjelu, ali i same studente treba poticati da se prijavljuju na natječaje za praksu kako bi poboljšali svoje komunikacijske vještine vezane uz struku. Praksa bi trebala doprinijeti postignućima studijskoga programa, pa ju treba nadgledati akademski mentor koji studenta može i posjetiti za vrijeme prakse. Ugovor koji precizira ciljeve i uvjete zapošljavanja potpisuju sveučilište, poslodavac i studenti (opcija je i potpisivanje ugovora o tajnosti podataka), a praksu treba ocijeniti.

Poduzeće bi trebalo odrediti odgovornoga ocjenitelja koji će nadgledati praksu. Radna skupina za obrazovanje ne preporučuje neplaćene prakse.

### Ocjenjivanje

Ocjenjivanje treba uskladiti s programskim ishodima te potvrditi da su studenti u mogućnosti primijeniti (prijenos, vidi sliku 2) ishode učenja pojedinih nastavnih jedinica. Ne preporučuje se kompenzacijska strategija (koja omogućuje studentima da loš rezultat u jednoj nastavnoj jedinici kompenziraju postizanjem boljih ocjena u drugoj). Ocjenjivanje bi trebalo biti strogo i pošteno i uključiti zaštitne mjere protiv akademskoga nepoštenja (npr. plagijarizma i drugih oblika nedoličnoga akademskoga ponašanja).

Treba predložiti različite oblike ocjenjivanja koji mogu uključivati klasične ispite, kontinuirano praćenje, laboratorijske i projektne izvještaje, usmene prezentacije i druge inovativne oblike ocjenjivanja. EFCE naglašava potrebu za pružanjem odgovarajućih povratnih informacija studentima kako bi se maksimalizirao učinak ocjene na samo učenje.



Slika 2 – Ciljevi ocjenjivanja

### Resursi

Ljudski i materijalni resursi moraju dostajati za izvođenje programa. Broj nastavnoga osoblja trebao bi biti dovoljan da omogući studentima da pokažu kako su usvojili programske ishode. Akademsko osoblje treba biti izabrano u području kemijskoga inženjerstva i srodnih disciplina i treba mu osigurati redovite programe usavršavanja i podršku u metodici nastave.

Laboratoriji, predavaonice i radionice, računalna oprema i softver trebali bi podržavati program i osigurati aktivno uključivanje studenata. Studentima treba osigurati siguran pristup objektima i opremi te sigurn rad.

### Etika

Preporučuje se uključiti etiku kao sastavni dio kurikula. U području (kemijskoga) inženjerstva s etikom povezani ishodi učenja odnose se na:

**DRUŠTVO:** Inženjer je odgovoran građanin koji osigurava vezu između znanosti, tehnologije i ljudske zajednice. Svjestan je uloge inženjerstva u društvenoj zajednici i promiče svijest javnosti o tome kako inženjerstvo utječe na društvo i kakve koristi društvo ima od inženjerstva.

**ZNANJE I VJEŠTINE:** Inženjer djeluje s točnošću i strogošću, objašnjava utemeljenost svojih odluka, redovito obnavlja svoje znanje i vještine sukladno napretku znanosti i tehnologije. Svjestan je drugih struka. Strog je pri analizi i obradi problema, donošenju odluka i biranju rješenja.

**STRUKU:** Inženjer djeluje iskreno i čestito, u potpunosti se služi svojim vještinama i svjestan je njihovih ograničenja. Odan je kulturi i vrijednostima svojih partnera i kupaca. Ne može se ponašati suprotno svojoj profesionalnoj savjesti i poštuje mišljenja svojih partnera iz struke. Prema svojim zaposlenicima odnosi se s oduševljenjem i poštenjem bez ikakve diskriminacije.

**OKOLIŠ:** Inženjer poštuje život, zakone i javno dobro. Vodi računa o ograničenoj dostupnosti ljudskih i prirodnih resursa, najvažnijim smatra zdravlje i sigurnost drugih i svjestan je utjecaja tehničkih postignuća na društvo i okoliš. Nastoji postići najbolji rezultat optimalnim iskorištavanjem sredstava kojima raspolaže integrirajući pritom ljudsku, ekonomsku, financijsku, društvenu i okolišnu dimenziju.

Uvod u inženjersku etiku pomaže studentima da se pripreme za rad u struci i da prepoznaju probleme koji bi se mogli pojaviti tijekom karijere. Etika također pomaže studentima da razviju šire vještine, uključujući implikacije svoga rada u društvu.

### Osiguranje kvalitete

Svaka obrazovna institucija trebala bi osmisliti postupak kojim bi kontinuirano revidirala obrazovni proces i tako osigurala da

su programski ishodi u skladu s potrebama poslodavaca i ostalih dionika, da se ishodi učenja pojedinih nastavnih jedinica stapaju u ishode na razini programa te da se nastavna metodologija prilagođava različitim stilovima učenja studenata. U tom smislu EFCE preporučuje redovito ocjenjivanje učinkovitosti svake nastavne jedinice (i uključenoga nastavnoga osoblja), primjerice studentskim anketama. One se mogu proširiti vanjskim vrednovanjem ishoda koje provode strukovna tijela ili paneli poslodavaca, bivših studenata i sveučilišnih nastavnika uključenih u kemijsko inženjersko obrazovanje.

### Dodatak – Bloomova taksonomija i primjeri metoda

Bloomova taksonomija (nazvana po Benjaminu Bloomu, 1913. – 1999.) je sustav pojmova koji olakšavaju kvalitativno vrednovanje ishoda učenja.<sup>21</sup> Razlikuje šest razina kompetencije (C1 – C6). Svaka razina uključuje sve podređene kompetencijske razine (vidi sliku A1), te su joj pridruženi neki glagoli (vidi tablicu A1).<sup>22</sup>

Taksonomija služi za određivanje razine stručnosti. Upotrebljava se za opise pojedinih elemenata programa i modele ispitivanja zasnovanoga na kompetencijama.

Za završetak pojedinih programskih elemenata (kolegija, modula) na razini prvostupničkoga programa obično se upotrebljavaju razine C1 – C4.

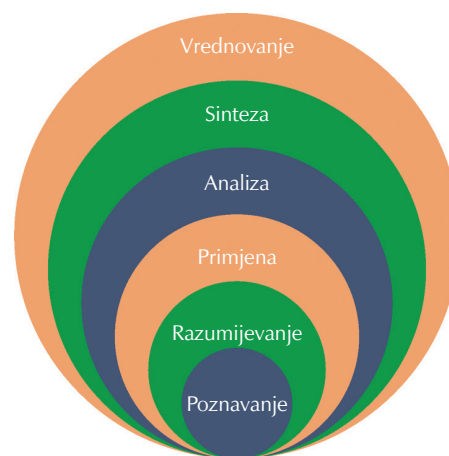
Razine se opisuju na sljedeći način:

**C1: POZNAVANJE.** Prepoznavanje informacija, činjenica, definicija, strukture, obrazaca, metoda ili prisjećanje na njih itd. Naučeno se znanje može reproducirati.

**C2: RAZUMIJEVANJE.** Razumijevanje informacija, njihova značenja i dosega. Prepoznavanje međuovisnosti u novim kontekstima.

**C3: PRIMJENA.** Sposobnost pretvorbe informacija u djelovanje u poznatome i novome kontekstu. Primjena je proces različit od učenja. Može se zahtijevati od studenta da modificira dijelove naučenoga gradiva kako bi došao do rješenja.

**C4: ANALIZA.** Sposobnost raščlanjivanja složenih informacija na sastavne dijelove. Omogućuje studentu da prepozna strukture, hijerarhiju i međusobne odnose tih dijelova. Prepoznaju se na-



Slika A1 – Različite kompetencijske razine

<sup>21</sup> B. S. Bloom, M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill, D. R. Krathwohl, *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*, McKay, New York, 1956.

<sup>22</sup> D. Kennedy, R. Hyland, N. Ryan, *Writing and Using Learning Outcomes: a Practical Guide, Implementing Bologna in Your Institution*, C 3.4-1, University College Cork, Cork, 2007.



mjere i moguće kontradikcije. Analiza je proces koji ima kreativne naznake.

C5: SINTEZA. Sastavni dijelovi informacija (vidi Analizu) ponovno se uklapaju u nove strukture. Sinteza je kreativan proces.

C6: VREDNOVANJE. Sposobnost procjene korisnosti i kvalitete složenih modela i informacija. Omogućuje studentu da prepozna pogreške i njihove uzroke i na temelju informacija donese odluke. Vrednovanje je kritički proces.

Tablica A1 – Popis glagola i njihovo povezivanje s odgovarajućim kompetencijama<sup>23</sup>

Znanje	Primjena	Razumijevanje	Analiza	Sinteza	Vrednovanje
citirati	adaptirati	aproksimirati	analizirati	gradirati	budžetirati
definirati	dokazati	artikulirati	dati prioritet	interpretirati	formulirati
identificirati	ilustrirati	dati	detektirati	izvijestiti	generirati
imenovati	iscrtati	detaljizirati	dijagnosticirati	kritizirati	integrirati
iščitati	iskoristiti	dovesti u interakciju	dokumentirati	objasniti	izmijeniti
izreći	ispitati	interpolirati	dovesti u pitanje	obraniti	kategorizirati
nabrojati	istražiti	izračunati	identificirati	ocijeniti	kodirati
nacrtať	izložiti	izraziti	inferirati	odabrati	kombinirati
napisati	izraziti	karakterizirati	inventarizirati	odmjeriti	kompilirati
navesti	izvesti	objasniti	ispitati	odrediti	konstruirati
naznačiti	konstruirati	oduzeti	istaknuti	podržati	kreirati
ocrtati	manipulirati	opaziti	istražiti	predvidjeti	modelirati
odabrati	namijeniti	opisati	iznaći	preporučiti	naložiti
opisati	obraditi	parafrazirati	karakterizirati	presuditi	objasniti
podsjetiti se	odrediti	pojasniti	korelirati	procijeniti	olakšati
ponoviti	opredijeliti se	prenijeti	korigirati	propisati	organizirati
popisati	personalizirati	preraditi	maksimizirati	prosuditi	oslikati
prepoznati	pokazati	pretvoriti	minimizirati	rangirati	osmisliti
prikazati	postupiti	pridružiti	objasniti	razlikovati	isplanirati
proučiti	potpisivati	prikazati	odabrati	savjetovati	poboljšati
reproducirati	povezati	procijeniti	optimizirati	stupnjevati	poopćiti
skicirati	predočiti	proširiti	osigurati	sumirati	postupiti
spariti	prenijeti	protumačiti	potvrditi	suprotstaviti	preraditi
tabelirati	pridijeliti	raspraviti	povezati	testirati	preurediti
ukazati	prilagoditi	razaznati	prekinuti	usporediti	pripremiti
ustvrditi	primijeniti	razlučiti	razaznati	validirati	programirati
zabilježiti	pripraviti	razvrstati	razdijeliti	verificirati	proizvesti
	pripremiti	sumirati	razdvojiti	vrednovati	projektirati
	proizvesti	suprotstaviti	razlikovati	zaključiti	propisati
	proračunati	usporediti	razložiti	zakupiti	razviti
	rašćlaniti	vizualizirati	razlučiti		rekonstruirati
	razvrstati		secirati		reorganizirati
	riješiti		skicirati		revidirati
	shematizirati		suprotstaviti		sažeti
	simulirati		transformirati		skicirati
	skicirati		usmjeriti		sklopiti
	tabelirati		usporediti		specificirati
	upotpuniti				sumirati
	upotrijebiti				ugraditi
	zauzeti				ukloniti pogreške
					ukomponirati
					unaprijediti
					unijeti
					urediti

<sup>23</sup> (Op. prev.) Premda se na internetu daje pronaći prijevoda karakterističnih glagola [vidi npr. URL: <http://www.kvalifikacije.hr/sites/default/files/documents-publications/2017-08/Preporu%C4%8Deni%20glagoli%20pri%20oblikovanju%20ishoda%20u%C4%8Denja.pdf> (25. 2. 2021.)], mislim da prijevod vrijedi obnoviti jer svaki prevoditelj u nj unosi i djelić svoje struke. Pri prijevodu nastojao sam upotrijebiti svršene nepovratne glagole i jednoriječne termine. Glagole koji se pojavljuju u više kategorija označio sam žutom bojom – ista riječ na različitim razinama može značiti nešto sasvim drugo. Glagole u čije značenje (izvan rečeničnoga konteksta) nisam mogao proniknuti označio sam narančastom bojom.