

Projekat:	Jačanje profila inženjera telekomunikacija da se zadovolje potrebe savremenog društva i industrije [BENEFIT]
ID projekta:	585716-EPP-1-2017-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP
Radni paket 3:	Modernizacija nastavnih metodologija i infrastrukture
Naslov:	D3.1 Razvoj modernizovanih nastavnih metodologija
Vodeća organizacija:	UNS
Organizacije koje učestvuju:	UNI-KLU, UL, FERIT, UBL, UNSA, UNTZ, UB, UNI, ENT, BICOM, BIT, CISCO, NiCAT, RT-RK
Urednici:	A. Tonello, M. Zajc, D. Žagar, V. Delić
Saradnici:	V. Delić, D. Vukobratović, I. Kaštelan, M. Narandžić, M. Sečujski, G. Marković, J. Čertić, M. Koprivica

**Izjava o odricanju od odgovornosti:**

„Podrška Evropske komisije za izradu ove publikacije ne predstavlja odobravanje sadržaja koji odražava isključivo stavove autora i Komisija ne može da bude odgovorna za bilo kakvu upotrebu informacija sadržanih u njoj.”

Isporučivi podaci	Radni paket i ref. br. ishoda	WP3 D3.1
	Naslov	Razvoj modernizovanih nastavnih metodologija
	Vrsta	<input checked="" type="checkbox"/> Nastavni materijal <input type="checkbox"/> Događaj <input checked="" type="checkbox"/> Materijal za učenje <input checked="" type="checkbox"/> Izveštaj <input checked="" type="checkbox"/> Materijal za obuku <input checked="" type="checkbox"/> Usluga / proizvod
	Opis	U izveštaju se opisuje nekoliko odabranih novih i inovativnih nastavnih metodologija. Posebna pažnja je posvećena metodama učenja/podučavanja koje uključuju industrijske partnere koji podstiču kreativnost, inovacije i preduzetništvo među studentima. Opisane su nove metode učenja/podučavanja zasnovane na studentskim takmičenjima, studentskim izazovima i hakatonima.
	Datum	14.4.2020.
	Jezik	Engleski i srpski (bosanski/hrvatski)
Ciljne grupe	<input checked="" type="checkbox"/> Nastavno osoblje <input checked="" type="checkbox"/> Studenti <input checked="" type="checkbox"/> Pripravnici <input type="checkbox"/> Administrativno osoblje <input checked="" type="checkbox"/> Tehničko osoblje <input type="checkbox"/> Bibliotekari <input checked="" type="checkbox"/> Industrijski partneri, Svetska banka, organi visokog obrazovanja na zapadnom Balkanu	
Nivo diseminacije	<input type="checkbox"/> Departman/ Fakultet <input type="checkbox"/> Lokalno <input type="checkbox"/> Nacionalno <input type="checkbox"/> Institucionalno <input type="checkbox"/> Regionalno <input checked="" type="checkbox"/> Internacionalno	
Vodeća organizacija	UNS	
Organizacije koje učestvuju	UNI-KLU, UL, FERIT, UBL, UNSA, UNTZ, UB, UNI, ENT, BICOM, BIT, CISCO, NiCAT, RT-RK	
Zadatak	T3.1: Usvajanje novih metoda učenja, podučavanja, alata, najboljih praksi informaciono-komunikacione tehnologije (IKT) u nastavi (rukovodilac zadatka: UNS). T3.3: Razvoj inovativnih metoda obuke koje uključuju industriju (RT-RK). T3.4: Razvoj metoda učenja/podučavanja zasnovanih na studentskim takmičenjima i razvoj studentskih izazova i hakatona (UNS).	

Istorija revizija				
Verzija	Datum	Autor(i)	Organizacija/e	Kratki opis promene
01	15.1.2019.	V. Delić, D. Vukobratović i UNS tim	UNS	Početna skica
02	28.2.2019.	Z. Babić, I. Kaštelan, G. Velikić, N. Maleš-Ilić	UBL, RT-RK, UNI	Prilozi za Odeljak 3 i Odeljak 4
03	31.12.2019.	Sve	Sve	Odeljak 3 i Odeljak 4
04	20.3.2020.	D. Vukobratović, I. Kaštelan	UNS, RT-RK	Odeljak 5 i Odeljak 6
05	31.3.2020.	M. Narandžić, V. Delić, M. Sečujski	UNS	Odeljak 4, Odeljak 2 i Zaključak
06	10.4.2020.	G. Marković, J. Čertić, M. Koprivica	UB	Odeljak 4
07	14.4.2020.	A. Tonello, M. Zajc, D. Žagar	UNI-KLU, UL, FERIT	Spoljna provera revizije
izdanje 1.	1.9.2020.			
izdanje 2. prevod	10.2.2021.		Sinonim d.o.o.	Prevod na srpski sa engleskog

## Sadržaj

1. Uvod .....	6
2. Ciljevi deliverable .....	7
3. Pregled inovativnih nastavnih metodologija.....	8
Nastavne metodologije fokusirane na studente .....	9
3.2.1. Obrazovanje fokusirano na studenta.....	9
3.2.2. Preokrenuta ili obrnuta učionica.....	9
3.2.3. Nastava putem studentskih takmičenja.....	9
3.2.4. Predavanje kroz debatu .....	10
3.2.5. Metoda slučaja .....	10
3.2.6. Brainstorming (grupna diskusija u cilju stvaranja novih ideja ili rešavanja problema)..	10
3.2.7. Nastavne radionice.....	10
Nastavne metodologije fokusirane na aktivnosti.....	11
3.2.8. Aktivno učenje.....	11
3.2.9. Nastava vezana za istraživanje .....	11
3.2.10. Učenje zasnovano na projektu .....	11
3.2.11. Višepredmetno učenje zasnovano na projektu .....	12
3.2.12. Grupna/timska nastava (kolaborativna nastava) .....	12
3.2.13. Učenje zasnovano na radu .....	12
3.2.14. Samostalno učenje .....	13
3.2.15. Kreativni zadaci .....	13
3.2.16. Učenje zasnovano na pripremi za predavanja .....	13
3.2.17. Učenje zasnovano na znatiželji .....	14
3.2.18. Pristup od Z do A .....	14
3.2.19. Blok raspored .....	14
3.2.20. Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju .....	15
3.2.21. Predavanje praćenjem procesa standardizacije (učenje putem eksperimenata sa hardverskom i softverskom platformom za testiranje).....	15
3.2.22. Podučavanje osnova kroz primere vezane za zanimanje.....	15
Nastavne metodologije fokusirane na tehnologiju .....	16
3.2.23. Online kursevi (video-predavanja) .....	16
3.2.24. Podrška u nastavi putem veb-sajtova i društvenih mreža .....	16
3.2.25. Metoda učenja/podučavanja zasnovana na audio-biblioteci .....	16
3.2.26. Inženjerski eksperimenti korišćenjem Interneta.....	17
3.2.27. Podučavanje kroz igre (gejmifikacija).....	17
4. Pregled platformi i alata koji se koriste za nastavu .....	18
Interaktivni tutorijal za elektroniku.....	19

Multimedijalni sadržaj .....	19
Simulacioni softver .....	19
Virtuelna/proširena stvarnost .....	19
Alati za e-učenje .....	20
Terminologija i slučajevi upotrebe .....	20
Komponente e-učenja .....	21
Alati za teleprisustvo .....	22
Alati za saradničko učenje .....	22
Sadržaj e-učenja .....	23
UNS: Primenjeni alati .....	23
5. Razvoj metoda učenja i podučavanja na osnovu studentskih takmičenja, studentskih izazova i hakatona.....	24
6. Inovativne metode obuke koje uključuju industriju – studija slučaja kursa zasnovanog na blokovima .....	26
7. Dvopredmetno učenje zasnovano na projektima: pilot projekti .....	28
8. Zaključci .....	30
9. Literatura .....	32

## 1. Uvod

Deliverabla 3.1 „Razvoj modernizovanih nastavnih metodologija” izveštava o rezultatima aktivnosti radnog paketa WP3 vezanima za usvajanje novih metoda učenja/podučavanja. Sa tim ciljem su projektni partneri bili uključeni u mnogobrojne projektne aktivnosti, između ostalog radionice, diskusione panele i međusobne posete, koji su nastavnom osoblju visokoškolskih ustanova na zapadnom Balkanu pružili priliku da savlada nove i inovativne nastavne metode, napredna laboratorijska rešenja, razvoj zajedničkih akademskih/industrijskih nastavnih metoda, upotrebu e-alata, onlajn kurseva, društvenih mreža, platformi zasnovanih na oblaku itd. Pri razvoju modernizovanih nastavnih metodologija posebna pažnja je posvećena nastavnim metodologijama koje uključuju aktivno učešće industrijskih partnera. Analizirana je literatura vezana za inovativne nastavne aktivnosti koje podstiču kreativnost, inovacije i preduzetništvo, a radi poređenja su analizirane konvencionalne i nekonvencionalne nastavne prakse, uključujući predavanja i ispite kroz projektne zadatke, izazove vezane za implementaciju/razvoj hakatona (tematski studentski izazovi) i timska takmičenja, a sve će biti pripremljeno u saradnji sa industrijskim partnerima.

Motivacija za modernizaciju nastavnih metodologija većinom dolazi iz utvrđenih ograničenja tradicionalnih metoda podučavanja/učenja, uključujući prvenstveno sledeće:

- Tradicionalno predavanje u učionici pomoću table, krede i razgovora obično je „jednosmerni tok” informacija i ne uključuje učesnike u aktivno učešće.
- Sa druge strane, nedostatak povratnih informacija studenata može postepeno da smanji nastavnikovo očekivanje takvih povratnih informacija, a predavanja mogu da se pretvore u dugačke i zamorne monologe.
- Nastavni materijali su zbog efikasnosti često ograničeni na unapred pripremljena predavanja i priručnike, što ograničava kreativnost studenata pri pribavljanju i prepoznavanju odgovarajuće literature za njihove zadatke.
- Nedostatak angažmana i nedostatak podsticaja za studente da steknu aktivno znanje mogu da se pretvore u lažno uverenje da bi trebalo da bude dovoljno da se prisustvuje na predavanju kako bi se ostvairali njegovi puni efekti.
- Previše fokusa može da se posveti teoriji, a veza sa znanjem iz stvarnog života može da se izgubi, što će dodatno demoralizovati učesnike.
- Trenutni obrazovni sistem pridaje previše značaja veštinama pamćenja studenata i nije dovoljno zainteresovan za njihovo razumevanje stečenog znanja i sposobnosti da ga primene na praktični problem.
- Nastavnici su takođe manje motivisani da daju primere iz stvarnog života u kojima se stečeno znanje može efikasno da primeni, što smanjuje sposobnost studenta da prepozna da određena stvarna životna situacija „odgovara” modelu naučenom na predavanjima.
- Obrazovni sistem je fokusiran na ocene, a ne na znanje, jer se diplomiranog studenta ocenjuje prvenstveno kroz prosek ocena, umesto da mu se obezbedi sposobnost da rešava širok spektar praktičnih problema i ima solidnu osnovu za buduće obrazovanje u uskom polju van specijalizacije.

Međutim, treba da se napomene da savremeni kursevi visokog obrazovanja obično moraju da balansiraju između ograničenih vremenskih resursa i povećane količine znanja o određenoj temi. To je naročito tačno u slučaju primenjenih i inženjerskih disciplina, gde je tempo tehnološkog razvoja mnogo veći nego što je bio pre samo nekoliko decenija. Stoga može da se zaključi da postoji potreba za novom vrstom nastavnog programa koji bi sa jedne strane trebao da obuhvati glavne teme, a sa druge strane pruži dovoljno resursa i intelektualnih podsticaja studentima da razumeju trenutno stanje tehnike i pruži im solidnu motivaciju za naporan rad neophodan da bi postali stručnjaci u toj oblasti. Takođe, pošto inovacije i intelektualna svojina nikada nisu bili važniji, zaposleni sa dobrim idejama se izuzetno ceni. Zadatak obrazovnog sistema je da razvije pojedinca sa idejama, a ne pojedinca sposobnog za reprodukciju znanja, koji ga razume na nivou koji je nedovoljan za njegovu efikasnu upotrebu.

Rezultati deliverable D3.1 koristiće se za modernizaciju metodologija predavanja i na novim i na modernizovanim kursevima, zajedno sa šest novih zajedničkih laboratorija akademske zajednice i industrije:

- Univerzitet u Banjoj Luci: „Laboratorija za obradu signala u telekomunikacijama” u saradnji sa kompanijama Bicom i AlfaNum;
- Univerzitet u Sarajevu: „Laboratorija za telekomunikacije” u saradnji sa BIT Centrom;
- Univerzitet u Tuzli: „Laboratorija za VoIP usluge” u saradnji sa kompanijom Bicom i BIT Centrom;
- Univerzitet u Beogradu: „Laboratorija za mreže i IoT” u saradnji sa kompanijom CISCO;
- Univerzitet u Nišu: „Laboratorija za komunikaciju mašine sa mašinom” u saradnji sa kompanijom NiCAT;
- Univerzitet u Novom Sadu: „Laboratorija za bežične komunikacije i obradu informacija” u saradnji sa RT-RK-om i kompanijom Saga.

Detaljniji izveštaj vezan za šest zajedničkih laboratorija prikazan je u okviru deliverable D3.2 „Stvaranje 6 zajedničkih univerzitetsko-industrijskih laboratorija”, koja će opisati nabavljenu opremu i utvrđene objekte kao direktan doprinos cilju projekta G2 „Nadogradnja laboratorijske infrastrukture kroz razvoj novih tematskih zajedničkih laboratorija industrije i akademske zajednice” (slika 1).

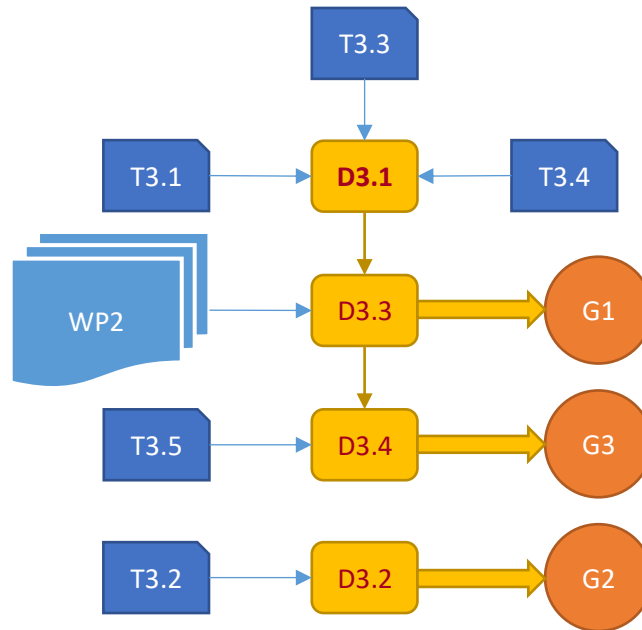
Deliverabla D3.1 kao izveštaj podeljena je u osam odeljaka. Nakon Uvoda se u Odeljku 2 prikazuju i ciljevi deliverable D3.1 koji se odnose na pet zadataka radnog paketa WP3, kao i veze sa drugim radnim paketima i ukupno gledajući, njihov doprinos za tri glavna projektna cilja. Odeljak 3 sadrži pregled inovativnih nastavnih metodologija koje mogu da se usvoje kao nove/interesantne metode podučavanja/učenja za kurseve na studijskim programima za telekomunikaciono inženjerstvo na šest univerziteta u Srbiji, kao i u Bosni i Hercegovini. U Odeljku 4 daje se pregled platformi i alata koji se koriste za podučavanje i koji su poželjni kao alati za učenje na mreži/e-učenje na šest univerziteta. Razvoj metoda učenja/podučavanja zasnovanih na studentskim takmičenjima, izazovima i hakatonima opisan je u Odeljku 5, dok je studija slučaja kursa zasnovanog na blokovima predložena u Odeljku 6, kao inovativna metoda obuke koja uključuje industriju. Rezime i glavni zaključci su izvedeni u Odeljku 7. Poslednji Odeljak 8 sadrži listu literature sa više detalja vezanih za odabrane nastavne metodologije koje su usvojene za modernizovane i nove kurseve uvedene u studijske programe na šest univerziteta na zapadnom Balkanu koji učestvuju u projektu BENEFIT.

## 2. Ciljevi deliverabli

Identifikacija savremenih nastavnih metodologija bila je prva aktivnost u radnom paketu WP3. One će se razmotriti u okviru projekta i uvesti u određeni broj novih i modernizovanih kurseva na šest visokoškolskih ustanova na zapadnom Balkanu. Kursevi su odabrani iz različitih oblasti znanja koje pokriva baza znanja telekomunikacionog inženjerstva kako je definisano u radnom paketu WP2. Niz inovativnih metodologija nastave i alata online/e-učenja biće usvojen za odabrane kurseve koji pokrivaju oblasti znanja (Knowledge Areas).

Glavni cilj ove deliverable bio je utvrditi podesiv kup inovativnih nastavnih tehnologija pogodnih za upotrebu na odabranim kursevima modernizovanih studijskih programa u oblasti telekomunikacionog inženjerstva. Naime, najsavremenija literatura nudi izuzetno širok i raznolik spektar tehnologija podučavanja/učenja, od obrnutih učionica do studentskih izazova i takmičenja. Cilj deliverable je bio fokusirati se na one koji su posebno pogodni za implementaciju u kontekstu projekta BENEFIT, pa zajedno sa ostalim radnim paketima i aktivnostima dati doprinos za tri glavna cilja projekta.

Odnosi između zadataka i deliverabli radnog paketa WP3, njihove veze sa drugim radnim paketima, kao i njihov doprinos ciljevima projekta prikazani su na slici 1.



Slika 1. Deliverable radnog paketa WP3 i njihov odnos prema zadacima radnog paketa WP3 i ostalim radnim paketima, kao i njihov doprinos za tri glavna cilja projekta

Deliverabla D3.1 „Razvoj modernizovanih nastavnih metodologija” rezultat je tri zadataka u okviru radnog paketa WP3:

- T3.1: Usvajanje novih metoda učenja, podučavanja, alata, najboljih praksi informacione-komunikacione tehnologije (IKT) u nastavi.
- T3.2: Razvoj inovativnih metoda obuke koje uključuju industriju i
- T3.4: Razvoj metoda učenja/podučavanja zasnovanih na studentskim takmičenjima i razvoj studentskih izazova i hakatona.

Nazivi zadataka pokazuju fokus na razvoju zajedničkih akademskih/industrijskih metodologija nastave i metoda učenja/podučavanja koje podstiču kreativnost i aktivno učešće studenata.

Deliverabla D3.1 sa ostalim radnim paketima učestvuje u deliverabli D3.3 „Prikupljanje nastavnog materijala za nove i modernizovane kurseve” i doprinosi cilju projekta G1 „Modernizacija nastavnih metodologija usvajanjem novih metoda učenja/podučavanja”, kao i internet usluzi D3.4 „Veb-repozitorijum za materijal predavanja i laboratorijskih sesija, snimljeni časovi na daljinu i mreža audio-biblioteka” – doprinoseći i cilju projekta G3 „Povećati atraktivnost IKT studija kroz razvoj zajedničke e-platforme”.

U sledećim odeljcima detaljnije se opisuju modernizovane nastavne metodologije.

### 3. Pregled inovativnih nastavnih metodologija

Identifikovali smo skoro 30 inovativnih metodologija podučavanja odnosno novih/interesantnih metoda podučavanja/učenja koje se mogu usvojiti za kurseve na studijskim programima telekomunikacionog inženjerstva. U ovom delu se ukratko predstavljaju najprikladnije i najpogodnije metodologije podučavanja dostupne u literaturi. Podeljene su u tri grupe nastavnih metodologija fokusiranih na studente, aktivnosti ili tehnologiju.



Tabela 1. *Lista predloženih inovativnih nastavnih metodologija*

<b>Nastavne metodologije fokusirane na studente:</b>	<b>Nastavne metodologije fokusirane na aktivnosti:</b>
1) Obrazovanje fokusirano na studenta	8) Aktivno učenje
2) Preokrenuta ili obrnuta učionica	9) Nastava vezana za istraživanje
3) Nastava putem studentskih takmičenja	10) Učenje zasnovano na projektu
4) Predavanje kroz debatu	11) Grupna/timska nastava (kolaborativna nastava)
5) Metoda slučaja	12) Učenje zasnovano na radu
6) Brainstorming (grupna diskusija u cilju stvaranja novih ideja ili rešavanja problema)	13) Samostalno učenje
7) Nastavne radionice	14) Kreativni zadaci
	15) Učenje zasnovano na pripremi za predavanja
<b>Nastavne metodologije fokusirane na tehnologiju:</b>	16) Učenje zasnovano na znatiželji
22) Online kursevi (video-predavanja)	17) Pristup od Z do A
23) Podrška u nastavi putem veb-sajtova i društvenih mreža	18) Blok raspored
24) Metoda učenja/podučavanja zasnovana na audio-biblioteci	19) Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju
25) Inženjerski eksperimenti korišćenjem Interneta	20) Predavanje praćenjem procesa standardizacije
26) Podučavanje kroz igre (gejmifikacija)	21) Podučavanje osnova kroz primere vezane za zanimanje

## Nastavne metodologije fokusirane na studente

### 3.2.1. Obrazovanje fokusirano na studenta

U okviru obrazovanja fokusiranog na studenta, studenti biraju šta će da uče, kako će da uče i kako će da procene vlastito učenje. Na taj način studenti postaju odgovorniji za sopstveni put učenja, dok proces učenja postaje entuzijastičan. Ova se nastavna metodologija pokazala efikasnom u visokom obrazovanju (Brown Wright, 2011). Tako su studenti više motivisani i stavljaju informacije u okviru discipline u širi kontekst. Osim sticanja znanja o toj temi, studenti stiču veštine celoživotnog učenja koje će im pomoći da budu spremniji za inženjerske probleme u budućnosti i za konkurentno tržište rada. U ovom scenariju nastavnik postaje rukovodilac koji studentu treba da pokaže kako da najefikasnije nauči određeni predmet.

### 3.2.2. Preokrenuta ili obrnuta učionica

Preokrenuta ili obrnuta učionica je pedagoški pristup u kojem su obrnute standardne uloge u učionici: studenti preuzimaju ulogu predavača dok predavač sedi u učionici i sluša predavanja studenata (Tucker, 2012). Studenti unapred dobijaju uputstva i zadatke u obliku zadataka za čitanje ili video-predavanja i pripremaju odgovarajući prezentacioni materijal za predavača i kolege studente. Preokrenuta učionica je pogodna za izvođenje manjeg dela predavanja ili vežbi. Korisna je za studente jer im pruža priliku da se predstave pred publikom i tako poboljšaju svoje prezentacione veštine. Mnoga istraživanja pokazuju da značajan procenat studenata ima jak strah i nelagodu prilikom javnog izlaganja, a praksa obično pomaže u prevazilaženju tih prepreka. Stoga je veoma važno izlagati studente javnim prezentacijama mnogo ranije nego npr. pri odbrani diplomskog rada. Metodološki se preporučuje da predavač kursa pokrije osnovne teme koristeći standardni pristup predavanju, a zatim koristi obrnutu učionicu za proširenje osnovnog materijala.

### 3.2.3. Nastava putem studentskih takmičenja

Predavanje putem studentskih takmičenja je nastavna metodologija slična nastavnom istraživanju ili učenju zasnovanom na projektima, a glavna razlika je u tome što su ti projekti osmišljeni tako da se studenti međusobno takmiče, bilo pojedinačno ili u malim grupama. Jedna od mogućih opcija za

postavljanje takmičenja u kursu jeste da tokom faze realizacije projekta svi studenti (ili grupe) realizuju isti projekat. Drugim rečima, kurs će imati nekoliko timova koji samostalno rade na istom problemu, tako da se konačni rezultati mogu uporediti i tako da predavač kursa može da uspostavi jasnu i objektivnu razliku u efikasnosti različitih studenata/timova. Ova metodologija obično veoma motiviše studente i predstavlja vrlo korisno oponašanje stvarnog rešavanja problema, pri čemu uspeh rešavanja problema zavisi ne samo o tome koliko dobro student rešava problem, već i o kvalitetu drugih dostupnih rešenja.

#### 3.2.4. Predavanje kroz debatu

Predavanje kroz debatu veoma je slično metodologiji podučavanja putem takmičenja sa istim projektnim zadatkom. Osnovna razlika je u tome što takmičarske grupe međusobno razmatraju projektno rešenje i diskutuju o rešenju. Nakon završetka procesa analize rešenja predavač organizuje debatu, na kojoj studentske grupe iznose argumente za svoja predložena rešenja. Ova tehnika učenja doprinosi poboljšanju veština argumentacije, timskom radu među studentima i razvoju sposobnosti prihvatanja različitih mišljenja (Mumtaz & Latif, 2017).

#### 3.2.5. Metoda slučaja

Metoda slučaja je participativni način učenja zasnovan na diskusiji, gde se studentima prezentuje stvarni problem (slučaj) i stavlja ih se u ulogu donosioca odluke koji treba da ponudi rešenje za predstavljeni problem, imajući na umu sve potencijalne kompromise. Kroz diskusije svih prisutnih, od studenata se očekuje da zajednički analiziraju i klasifikuju dobijene informacije, izvode zaključke pozivajući se na relevantnu teoriju i na kraju iznose moguća rešenja sa prednostima i nedostacima svakog od njih (Bruner, 2003). Očekuje se da će stvarna priroda slučaja izazvati interesovanje i podstaknuti primenu apstraktnih koncepata i teorije u praksi, što promoviše kontekstualno učenje i dugoročno pamćenje. Nadalje, ovaj način učenja izuzetno je efekatan: primenjuje aktivno učenje i uključuje samootkrivanje, razvijajući tako u studentima samopouzdanje da će u budućnosti biti u stanju da reše sličan problem (van „zidova učionice“). Naposletku, kroz diskusije koje nastaju pri analizi postavljenog problema studenti razvijaju sposobnost da problem vide iz različitih perspektiva, ali i da opravdaju svoja predložena rešenja. Tako stiču veštine kritičkog mišljenja, efikasne komunikacije i donošenja odluka, koje su važne za bilo koju inženjersku profesiju, gde se često javljaju kompromisni izazovi, pa je zato važno biti u stanju da ih se reši ispravno i uz adekvatna opravdanja.

#### 3.2.6. Brainstorming (grupna diskusija u cilju stvaranja novih ideja ili rešavanja problema)

Brainstorming (Patil & Prasad, 2016) je tehnika namenjena stvaranju velikog broja ideja. Tehniku je osmislio Alex Faickney Osborn, a poslovni menadžeri su je široko koristili za generisanje ideja i pronalaženje kreativnih načina rešavanja kriza (Osborn, 1953). Trenutno se ova tehnika intenzivno koristi za podučavanje/učenje. Brainstorming uključuje upotrebu različitih tehnika poput rešavanja problema, izrade modela i pojednostavljenja Postoje dve vrste brainstorminga (na temelju broja učesnika): individualni i grupni. Individualni brainstorming obuhvata dodelu teme zadatka i od učesnika se traži da na njemu rade pojedinačno. Individualne ideje se potom konsoliduju. Sa druge strane, u grupnom brainstormingu za spomenuti zadatak se formiraju grupe koje se sastoje od nekoliko učesnika.

#### 3.2.7. Nastavne radionice

Nastavne radionice omogućavaju nastavnicima da stvore atmosferu fokusiranu na studenta i angažuju aktivno učenje. Radionice mogu pomoći studentima da nauče da sarađuju i komuniciraju (Mommers, Schellings, & Beijaard, 2015). Na kraju i sam grupni proces može da postane alat za učenje. Učestvovanje u nastavi može da pomogne studentima da nauče uspešnu saradnju i efikasne tehnike deljenja zadataka, steknu međuljudske veštine, veštine slušanja i veštine verbalne komunikacije. Sinergija koja može da proizađe iz grupnih diskusija često dovodi do kvalitetnijeg rešenja problema od individualnog pristupa. Radionica mora da bude pažljivo osmišljena, sa jasnim ciljevima učenja. Zadaci

i materijal za čitanje studentima treba obezbediti unapred. Tokom radionice treba menjati aktivnosti, kao i tempo prezentacija, kako bi se osigurala pažnja i interakcija učesnika. Na kraju, radionicu treba rezmirati i dobiti povratne informacije od učesnika. Kada je moguće, radionice treba da promovišu interdisciplinarnost, omogućće sagledavanje istog problema iz drugih perspektiva, jer su više konstruktivne nego konkurentne.

## Nastavne metodologije fokusirane na aktivnosti

### 3.2.8. Aktivno učenje

Aktivno učenje omoguććava studentima da se mnogo više angažuju u učenju. Aktivno učenje ne podrazumeva fiksni skup aktivnosti, nego nudi drugi pristup nastavnom procesu. Obuhvata bilo koju aktivnost koja podstiče studente da aktivno i angažovano učestvuju u procesu učenja unutar učionice, kao što su: grupne diskusije, studentske prezentacije, eksperimenti, kvizovi, rešavanje problema, igranje uloga itd. U laboratorijama studenti mogu da preuzmu aktivnu ulogu odgovornosti za deo procesa koji zahteva kombinovanje njihovog znanja, identifikovanje i realizovanje zadataka koje treba da se postigne (npr. postavljanje uslova za prikupljanje signala, stvaranje procesnih kanala itd.) (Guthrie & Carlin, 2004). Postajući aktivni učesnici u učionici, studenti grade znanje kroz sopstvena iskustva. Aktivno učenje može da pomogne studentima da dublje razumeju temu nego što to čine pasivnim slušanjem predavača ili čitanjem priručnika. Za predavača aktivno učenje pruža više mogućnosti interakcije sa studentima.

### 3.2.9. Nastava vezana za istraživanje

Nastava vezana za istraživanje (eng. *Research-Related Teaching* – RRT) odnosi se na obrazovni pristup u kojem studenti uče kroz istraživanje: oni doživljavaju učenje, stiču znanje i razvijaju veštine i kompetencije radeći sami. Idealan početak za ovu vrstu kurseva je u završnim godinama Bsc studija, dok su master kursevi često najbolja pozicija za kurseve tipa RRT, pogotovo ako je predmet izborni (nije obavezan) i mogu ga odabrati studenti sa interesovanjima i veštinama fokusiranim na istraživanje. RRT se obično može oslanjati na unapred definisani skup istraživačkih projekata koji su namenjeni svakoj realizaciji predmeta (ti predmeti često imaju naslov: „Odabrane teme u ...”). Predavač održava nekoliko uvodnih predavanja koja će studentima približiti teme istraživačkog projekta kako bi imali dovoljno predznanja za odabir jedne od tema koja najbolje odgovara njihovim interesovanjima. Nakon ove uvodne faze studenti samostalno rade na realizovanju svojih individualnih projekata ili projekata u malim grupama. Student obično započinje sa zadacima čitanja, gde se zahteva čitanje i razumevanje odabira najnovijih istraživačkih radova usko povezanih sa pojedinom temom projekta. Paralelno sa čitanjem i razumevanjem, student sa predavačem vodi nedeljne diskusije o pročitanoj. Zatim student prelazi na implementaciju, koja obično pretpostavlja pokušaje ponovnog stvaranja rezultata dobijenih u istraživačkim radovima koji se analiziraju. Ovo nije važno samo kao mogućnost vežbanja veština implementacije, nego je ključno kao referenca za budući rad na projektu gde će se od studenta tražiti da predloži/osmisli poboljšanja predloženog projekta i testira predložena rešenja u odnosu na savremene tehnologije. U slučaju veoma uspešnih i najambicioznijih projekata, studentu će se savetovati da pripremi konferencijski rad, koji se može integrisati kao proširenje projekta i dodatni rad na diplomskom ili master radu. Stoga su kursevi tipa RRT obično pogodni kao uvod u izradu BSc ili MSc rada, gde student koristi ovaj predmet za utvrđivanje solidnih osnova i početnih rezultata za budući rad na svojoj tezi.

### 3.2.10. Učenje zasnovano na projektu

Učenje zasnovano na projektu ili problemu (Bell, 2010) odnosi se na nastavnu metodologiju sličnu RRT-u, a jedina je razlika u fokusu, koji je u ovom slučaju preusmeren na razvoj, a ne na samo istraživanje. Takav kurs je pogodan za završnu godinu BSc studija, kao i za MSc studije. Može se osmisliti slično kao i RRT: prvo dolazi uvodna faza u kojoj se studentima predstavljaju osnove, nakon čega studenti prelaze u fazu razvoja. U razvojnoj fazi studentima se predstavlja kolekcija razvojnih projekata, a oni biraju da rade na tim projektima individualno ili u malim grupama. Cilj razvojnog projekta je npr. radni prototip,

izvorni kod koji efikasno izvršava zadati algoritam, deo programiranog hardvera (ugrađeni sistem, DSP, FPGA) itd. Idealno je da se ovi kursevi organizuju u saradnji sa ekosistemom industrije, gde stručnjaci iz industrije predlažu i nadgledaju razvoj projekata.

### 3.2.11. Višepredmetno učenje zasnovano na projektu

Ova metoda je varijanta projektnog učenja ili podučavanja vezanog za istraživanje. Projektni zadatak je povezan sa više predmeta (Schaller i Hadgraft, 2013).

Izazovi ovog pristupa su: povećana potreba za odličnom komunikacijom i međusobnim razumevanjem nastavnika različitih predmeta, odabir odgovarajućeg projektnog zadatka, odluka o odgovarajućoj težini projektnog zadatka pri računanju ukupne ocene svakog od predmeta, povećana potreba za konsultacijama.

Očekivane koristi ovog pristupa su: sve prednosti učenja zasnovanog na projektu ili problemu ili nastave vezane za istraživanje, od studenata se očekuje da istovremeno sagledavaju određene teme sa različitih gledišta, pri čemu se podstiču da sagledaju širu sliku područja svog studijskog programa ili modula umesto učenja „predmet po predmet“ ili „temu po temu“.

### 3.2.12. Grupna/timska (kolaborativna nastava)

Ova metodologija se odnosi na nastavu vezanu za istraživanje i učenje zasnovano na projektima, iako mnoge studije koriste taj naziv za širu metodologiju. Jedan od najprisutnijih pristupa grupnoj nastavi proizlazi iz kognitivne psihologije i primenjuje se u *mainstream* obrazovnom okviru. „Kolaborativna nastava je obrazovna praksa u kojoj studenti komuniciraju sa drugim studentima kako bi postigli određene ciljeve u obrazovanju.“ (Patil & Prasad, 2016) Praksa učenja u grupi (timu) popularno se naziva kooperativno ili saradničko učenje. Obuhvata nastavnike koji rade u parovima i vode, podučavaju i vode grupe studenata (Jayashree, 2017).

### 3.2.13. Učenje zasnovano na radu

Program učenja zasnovanog na radu (eng. *work-based learning* – WBL) može se definisati kao proces prepoznavanja, stvaranja i primene znanja kroz, za i na poslu koji čini deo (bodove) visokoškolskih kvalifikacija ili sve visokoškolske kvalifikacije (Fry, Ketteridge, & Marshall, 2008). Većina univerzitetskih departmana WBL doživljava kao učenje *za posao*. To obično uključuje WBL koji redovni studenti osnovnih studija izvode kao deo praktičnog dela svog studija i modula za radno iskustvo. Postoje izazovi za univerzitetske predavače u oblikovanju WBL-a u nastavni program i u njegovoj proceni kao delu ukupne ocene akademskog stepena. Idealno je da se sporazum o radnom okruženju za učenje uspostavlja u skladu sa okvirom za procenu kompetencije, a u nekim slučajevima radno okruženje donosi bodove. Period radnog iskustva može da varira od nekoliko meseci do cele godine.

Velika većina studenata će reći da su WBL aktivnosti poboljšale njihove generičke i lične prenosive veštine (npr. obavljanje više zadataka, rad pod pritiskom, komunikacija, kontrola vremena, međuljudske i veštine rasuđivanja). Takođe imaju priliku da koriste teoriju i primenjuju je na projekte iz stvarnog života. Predavači navode da je WBL važan za poboljšanje motivacije studenata, generičkog skupa veština i specifičnih inženjerskih veština, a to poslodavci prepoznaju nakon diplome.

Ključne faze uspešnog programa zapošljavanja uključuju:

- Pronalazak radnog okruženja;
- Partnerski rad – kompanija, univerzitet, student;
- Zdravlje i bezbednost;
- Priprema studenata (možda će biti korisno slušati predavanja stručnjaka za zapošljavanje u industriji i prezentacije karijernog osoblja i studenata koji se vraćaju iz industrije);
- Održavanje kontakta sa studentom (na radnom mestu najbolja podrška studentima je poseta akademskog osoblja).

Ocenjivanje – studenti imaju najviše koristi od radnog mesta ukoliko je formalni postupak ocenjivanja jasan. Međutim, nova i inovativna priroda učenja zasnovanog na radu zahteva pronalaženje netradicionalnih sredstava za njegovo ocenjivanje. Studenti moraju da budu svesni svog razvoja i treba ih podsticati da procenjuju sopstveni napredak. To može da se uradi putem portfolijaili dnevnika

sopstvenog razvoja. Mnogi studenti u industriji izvode projektne radove, a izveštaj o projektu može da bude deo procene.

#### 3.2.14. Samostalno učenje

Samostalno ili samousmereno učenje je učenje radi vlastitog znanja sprovođenjem istraživanja, čitanjem članaka i knjiga ili primenom drugih platformi. Prema sprovedenim studijama, zaključeno je da su studenti imali jaku želju za učenjem, te se od njih očekivalo da završe studijski program i steknu radno iskustvo, dok je samousmeravanje imalo najnižu ocenu, što ukazuje na to da su studenti imali problema sa planiranjem i upravljanjem vremenom u sklopu svog studija (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018). Samostalno učenje je sastavni deo mnogih drugih metodologija, iako je u nekim studijama predstavljeno kao odvojena.

Jedna od prednosti nastavne metode samostalnog učenja odnosi se na mogućnost odabira oblasti studija i učenja u sopstvenom prostoru prema individualnim rasporedima (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018). Studenti imaju privilegiju da procenjuju sopstveni učinak, što im omogućava da ocene sami sebe, razumeju gde su pogrešili i preuzmu potrebne korake da isprave svoje greške. U nekim studijama student koji upotrebljava ovu metodu naziva se misliocem i tvorcem znanja, a ne pasivnom osobom koja zavisi od znanja drugih. Važnost samousmerenog učenja stavljena je u tri konteksta: (1) samousmereno učenje na radnom mestu, (2) samousmereno učenje za sopstvenu efikasnost i zadovoljstvo i (3) samousmereno učenje u formalnom okruženju za učenje. Uočeno je da uz primenu pristupa samousmerenog učenja studenti uspešno uče i uživaju u osećaju zadovoljstva sa kursom i nastavnim pristupom (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018).

#### 3.2.15. Kreativni zadaci

Većina nastavnih metoda zahteva veće angažovanje nastavnika. To nije slučaj sa zadacima gde je potreban značajan rad studenata. Sa druge strane, na taj način zadaci pomažu studentima da nešto nauče sami. Ova nastavna metoda je vrlo prikladna za nauke i inženjerske discipline. U nastavnim aktivnostima veoma često studenti pokazuju veće zanimanje za neke određene teme u sklopu predmeta; stoga ova metoda može da podstakne radoznalost i kreativnost studenata. Pre svega, trebalo bi da kreiraju sopstvene zadatke u skladu sa svojim interesovanjem za određenu oblast i temama vezanim za sadržaj predmeta. Na taj način postaviće sebi zadatak koji će zahtevati dodatna istraživanja, upoznavanje sa dostupnom literaturom, istraživanje i sticanje adekvatnog rešenja. Pored toga, studenti mogu da predstave postignute rezultate upotrebom različitih kreativnih pristupa, kao što su skice, ilustracije, audio ili video, ali i standardnih alata kao što su izveštaji, prezentacije i slični alati, koji mogu da budupotencijalni načini procene znanja. Više detalja o ovom pristupu možete da pronađete u (Patil & Prasad, 2016).

#### 3.2.16. Učenje zasnovano na pripremi za predavanja

Resursi dostupni pre predavanja (Seery, 2010) su bilo koja aktivnost koju bi student mogao da obavi u pripremi za predavanje. To može biti u obliku čitanja izvoda iz priručnika ili Word dokumenta, preslušavanja podkasta, obavljanja online aktivnosti ili ispunjavanja kviza. Međutim, ključni aspekt je da je aktivnost pre predavanja integrisana u dizajn modula i u samo predavanje, tako da mu student i predavač pripisuju osećaj vrednosti. Koncept aktivnosti pre predavanja naglašen je teorijom kognitivnog opterećenja koja opisuje kako studenti stiču i zadržavaju nove informacije. Opterećenje ili mentalni napor ima tri komponente, a kapacitet za obradu opterećenja ograničen je radnom memorijom i pojačan nivoom znanja ili predznanjem. Tri komponente su suštinsko opterećenje – obrada nepoznatog novog materijala i terminologije; sporedno opterećenje – izdvajanje relevantnih informacija iz obezbeđenih informacija; i dugoročno opterećenje – sticanje i integracija novog znanja i skladištenje u dugoročnu memoriju. Resursi dostupni pre predavanja imaju za cilj smanjenje suštinskog opterećenja uvođenjem neke terminologije ili pojmova pre predavanja, tako da studenti mogu da se upoznaju sa njima i omoguće radnoj memoriji tokom predavanja da se koncentriše na integraciju tih pojmova/konceptata u dugoročno pamćenje (dugoročno opterećenje).

Svrha je da se smanji opterećenje vezano za samo predavanje, pa bi resurs mogao da uvede neke ključne pojmove ili ideje, zatraži od studenata da pregledaju nešto pre predavanja (o čemu će se posle diskutovati na predavanju) i/ili napravi pregled nekih ključnih pojmova iz prethodnog predavanja koji će biti korisni za predstojeće predavanje.

### 3.2.17. Učenje zasnovano na znatiželji

Radoznalost je tipična za ljude. Deca uče kroz interakciju sa svetom, ispitivanje okoline, stvaranje, testiranje i reviziju modela. To je glavna pokretačka snaga ciklusa kontinuiranog učenja. Na neki način je čak slična naučnoj metodi, gde posmatranje pojave prati formulisanje hipoteze i njeno ispitivanje. Cilj ovog pristupa je oživljavanje i podsticanje tog prirodno postojećeg ponašanja. To će omogućiti studentima da istražuju domen problema iznoseći svoja zapažanja, kao i modele i koncepte koji mogu da objasne ta zapažanja. Ti modeli i koncepti se onda testiraju na novim podacima, dorađuju i prerađuju. Uloga nastavnika je da podstakne radoznalost predlaganjem početnih tema i problema, a kasnije i predstavljanjem trenutnog stanja predmeta. Ovaj pristup je prikladan za kurseve u kasnijim godinama prvog ciklusa ili kurseve u drugom ciklusu.

### 3.2.18. Pristup od Z do A

Pristup od Z do A (Patil & Prasad, 2016) prvo pokušava da objasni aplikacioni deo određenog koncepta. Nastavnik treba da objasni primenu određenog pojma pre predavanja teorema, definicija itd. vezanih za taj pojam. Na primer, u predmetu Elektronske komunikacije, dok se predaje na temu radara, prvo mogu da se objasne praktične primene radara, što će stvoriti interesovanje kod studenata, a zatim treba da se objasni teorija koja stoji iza toga.

### 3.2.19. Blok raspored

Izraz „blok raspored” odnosi se na pohađanje jednog predavanja odjednom, ceo dan, svaki dan, sve dok se ne obuhvati sav materijal vezan za predmet (ili deo kursa). RT-RK koristi ovu metodologiju više od 15 godina na četvrtoj godini studija i petoj godini studija u sklopu studijskog modula Računarsko inženjerstvo i komunikacije, dela studijskog programa Računarstvo i kontrolno inženjerstvo.

Metodologija blok rasporeda sastoji se od kurseva koji su organizovani u 3-nedeljne (ili 4-nedeljne, u zavisnosti od kursa) blokove u kojima se studenti tokom tog perioda koncentrišu na jedan predmet – poznat i kao nastavna metodologija jedan po jedan kurs *One-course-at-a-time* – OCAAT). Postoji nekoliko varijanti blokovske organizacije, npr. 1–2 nedelje predavanja u kombinaciji sa laboratorijskim računarskim vežbama (predavanja se održavaju ujutro, dok se laboratorijske sesije održavaju popodne, svakog radnog dana); preostalo vreme se dodeljuje projektnom zadatku koji studenti individualno dovršavaju i predstavljaju poslednjeg dana bloka. Teorijski ispit se organizuje jednom tokom bloka (pri njegovom kraju), a kasnije u zvaničnim ispitnim rokovima.

Mnogo je prednosti koje su otkrivene tokom godina primene:

- Studenti se koncentrišu na jedan predmet, a tokom rada na projektu nema ometanja prilikom rešavanja zadatog problema – na taj način se prevazilazi glavna prepreka klasičnog studijskog programa (fokus podeljen na mnogo različitih tema);
- Ovo je primer projektnog učenja jer su projekti u fokusu i 50 % ili više vremena posvećeno je praktičnom radu;
- Praktične veštine studenata značajno se povećavaju na kraju bloka;
- U poslednjem semestru studija blokovi kurseva završavaju se pre završetka semestra (uglavnom u aprilu), što ostavlja 1–2 meseca semestra za dovršavanje BSc rada, koji se takođe izvodi bez ometanja (za studente koji završe sve svoje ispite na vreme) – time se povećava stopa studenata koji diplomiraju pre leta.

Ipak, postoje neki nedostaci, npr. nedostatak vremena da se znanje određenog predmeta usvoji u dugoročno pamćenje, što se bolje postiže na kursu koji traje čitav semestar, nego u bloku. Zbog toga ova metodologija možda nije prikladna za niže godine studija, ali je prikladna za više godine, kada je fokus na praktičnim veštinama i spremanju za zaposlenje.

### 3.2.20. Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju

Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju trebao bi da predstavlja bilo koju vrstu nastavne metodologije koja značajno koristi znanje sadržano u prijavama patenata i odgovarajućim bazama podataka iz neke određene oblasti, a koja studente uvodi u patente kao jedan od glavnih izvora literature tokom kursa (Bekkers & Bombaerts, 2017). Takav pristup zahteva pažljiv predodabir patenata koji će da obuhvate većinu planiranih tema predmeta, ali i detaljnu sekciju njihovog sadržaja i glavnih doprinosa. Opisani pristup trebao bi da približi studentima stvarne situacije i omogući lakši razvoj veština rešavanja problema. Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju upoznaje studente sa zaštitom intelektualne svojine te nacionalnim propisima i propisima međunarodnog zavoda za patente. Međutim, to bi trebalo da se smatra samo pratećim efektom, a ne i glavnim ciljem nastavnog plana i programa zasnovanog na patentiranju. Studente takođe treba da se ohrabri da samostalno istražuju patente kroz dodatne zadatke ili projekte tokom kursa, sa naglaskom na kritičkom razmišljanju i analizi prednosti i nedostataka predloženih rešenja. Na kraju kursa, studenti bi takođe trebali da se upoznaju sa nekoliko odabranih studija slučaja u kojima bi mogli analizirati konkurentske prijave patenata koji pokrivaju teme predmeta koje su već naučili i razgovarati o mogućoj motivaciji za formalnu zaštitu predloženih rešenja, ako je moguće uz pomoć ispitivača zavoda za patente u ulozi gostujućeg predavača.

### 3.2.21. Predavanje praćenjem procesa standardizacije (učenje putem eksperimenata sa otvorenom hardverskom i softverskom testnom platformom)

Ova nova metodologija učenja prati najnovije koncepte i napredak u komunikacionim tehnologijama i standardima. Ovaj pristup zasnovan je na internet standardima sledeće generacije koji se trenutno razvijaju, što omogućava praćenje procesa standardizacije i učenje iz njih (Watteyne, Tuset-Peiro, Vilajosana, Pollin, & Krishnamachari, 2017). Dostupnost implementacija otvorenog koda pruža mogućnost otkrivanja unutrašnjih detalja ugrađenih operativnih sistema (podudarnost, prebacivanje zadataka, otisak memorije) i perifernih uređaja niskog nivoa (tajmeri, komunikacione magistrale, radio-primopredajnici). Upotreba platformi otvorenog softvera i otvorenog hardvera studentima daje vredan skup kompetencija, uključujući teme povezane sa računarskim umrežavanjem (operacije na MAC sloju, IPv6 umrežavanje), ugrađenim sistemima (raspoređivanje procesa, paralelnost) i bežičnim komunikacijama (višestruka propagacija), uticaj interferencije, kao i zahteve za primenom mreža i sistema sledeće generacije.

### 3.2.22. Podučavanje osnova kroz primere vezane za zanimanje

Većina inženjerskih kurikuluma na univerzitetima koji učestvuju u projektu BENEFIT koncipirani su tako da je prvih nekoliko semestara (3–4) skoro u potpunosti posvećeno proučavanju osnova (npr. matematike, fizike, itd.) potrebnih kao podloga za kurseve koji dolaze kasnije i koji su u vezi sa budućim zanimanjima studenata. Ti kursevi usmereni na osnove (npr. na UNS-u, Matematika 1–4, Fizika) nose velik broj ESPB-a i često se među studentima smatraju teškim i zahtevnim jer troše relativno visok procenat ukupnog vremena studiranja u odnosu na kurseve vezane za zanimanje. Pored toga, čak i nakon uspešnog završetka kursa koji se odnosi na osnove, čini se da studenti nisu u stanju da primene naučene koncepte (ili da ih jednostavno prepoznaju) kada se sa tim konceptima upoznaju u drugačijem obliku na kursu vezanom za zanimanje (npr. sopstvene vrednosti kao modusi linearnog dinamičkog sistema ili matrice kanala, kontrola i observativnost linearnog sistema kroz različite opsege i null prostor, beskonačne serije u oblikovanju impulsa (uz prisustvo faznog pomeraja), uslovna verovatnoća (za računanje bitske greške), procena maksimalne verovatnoće – MLEmetod (za optimalna područja za otkrivanje poruka), diferencijalni i integralni račun itd.). Da bi se povećala efikasnost kurikuluma u tom pogledu, moglo bi da se primeni jednostavno, ali efikasno rešenje: uneti auditorne vežbe ili predavanja sa pažljivo osmišljenim mini predavanjima koja bi se sastojala od ilustrativnih primera predavanih konceptata u odgovarajućim oblastima zanimanja (u zavisnosti od određenog kursa, njih bi mogli da drže predavači ili nastavni kadar koji drži kurseve vezane za zanimanje). Prednosti ovog pristupa bile bi mnogostruke. Prvo, nakon što apstraktni koncept/rezultat oživi specifičnom ilustracijom ili aplikacijom u relevantnom domenu studija, studenti će lakše da uvide njegovu važnost i da budu spremniji da ga

usvoje (uprkos potencijalnoj „apstraktnosti“ i nivou težine). Drugo, time će odmah da se popuni praznina između osnovnih kurseva i onih vezanih za zanimanje jer će se pozadinski koncepti lako pozivati i primenjivati kada je to potrebno u budućnosti, bez nepotrebnih rekapitulacija koje često troše vreme. To bi zauzvrat moglo da ostavi prostora za naprednije ili ažurnije teme tokom predavanja. Naposljetku, takav korak ka zatvaranju petlje oko teorije i prakse studentima će dati mnogo više samopouzdanja, a njihova percepcija kurikuluma bi se prebacila sa „prekomerno teorijske“ na spoznaju da oni imaju konkurentsku prednost u razumevanju stvari na osnovnom nivou.

## Nastavne metodologije fokusirane na tehnologiju

### 3.2.23. Online kursevi (video-predavanja)

Online kurs je skup unapred snimljenog materijala za kurs u obliku video-predavanja. Može se realizovati unapred i bez studenata (u kontrolisanom okruženju) ili se može stvoriti tokom semestra u stvarnom okruženju učionice. Ako nam je cilj razuman kvalitet online kursa, tehnička realizacija video-predavanja veoma je važno pitanje. Drugim rečima, potrebna je visokokvalitetna video-montaža tamo gde je potreban istovremen prikaz predavača i materijala koji se prezentuje bilo u obliku slajdova ili zapisa na tabli. Pored toga, kvalitet zvučnog zapisa je takođe važan. Ako je video-materijal profesionalno dizajniran, a sadržaj predavanja je na engleskom jeziku te je dobro dizajniran i pripremljen, onda je razumno učiniti ga dostupnim, što je trenutni svetski trend koji se obično naziva masovnim otvorenim internet kursovima (eng. *Massive Open Online Courses* – MOOC). (Jordan, 2014).

### 3.2.24. Podrška u nastavi putem veb-sajtova i društvenih mreža

Ovaj oblik može da se smatra tehnološkim proširenjem tradicionalnih nastavnih metodologija i predstavlja povezivanje predavača i studenata u obrazovnu zajednicu (Moran, Seaman, & Tinti-Kane, 2011). Studenti i nastavnici povezani su putem društvenih mreža i interneta. To omogućava studentima i nastavnicima da održavaju komunikaciju o događajima u učionici i zadacima. Nastavnici mogu da koriste ove tehnologije za izradu bloga sa domaćim zadacima, veb-sajta učionice ili za studentske blogove. Još jedna inovativna upotreba društvenih mreža i veća je stvaranje tabli povezanih sa obrazovanjem (Zaidieh, 2012). Ove table mogu da inspirišu studente da otkriju i rade ono što vole. Podstiču kreativnost studenata, teraju studente da iskuse nove stvari i omogućavaju im da budu svoji. Početna stranica studenata je središte table, gde studenti mogu da pronađe ideje, odnosno sadržaj koji mogu da „prikače“, što im pomaže da vide svet kreativnosti i mogućnosti oko sebe. Svaka od ovih tehnologija otvara učionicu, podstiče interakciju i olakšava komunikaciju unutar zajednice, među studentima, ali i između studenata i nastavnika.

### 3.2.25. Metoda učenja/podučavanja zasnovana na audio-biblioteci

Opseg i obim materijala predmeta moraju da predstavljaju balans između raspoloživog vremena i sve većeg korpusa znanja, posebno u domenima poput inženjerstva. Međutim, mogu da se koriste nove tehnologije koje nude korisne alternativne načine predavanja. Audio-izdanja priručnika i drugog materijala za kurs omogućavaju studentima da učestvuju u predavanjima čak i dok se odmaraju, šetaju ili putuju. Čak i tokom aktivnog učenja može da bude korisno fokusirati se na vizuelnu ilustraciju dok slušate odgovarajući tekst, umesto da ga čitate. Ovo takođe može da bude korisno za osobe koje sporo čitaju i da im pomogne da održe tempo, a tekstualni materijal da učini pristupačnijim osobama sa invaliditetom (slabovidnim osobama, osobama sa poremećajima čitanja ili onima koji ne mogu rukovati knjigama zbog fizičkih ograničenja). Sa druge strane, produkcija audio-izdanja zasnovanih na glasovima stvarnih ljudskih govornika skupa je i dugotrajna, a zahteva i određeni tehnički napor. Audio-izdanja zasnovana na visokokvalitetnoj sintezi pretvaranja teksta u govor nude vrlo efikasnu alternativu i mogu da se proizvedu veoma brzo i na potpuno automatizovan način. Jedino ograničenje ove tehnologije je njena nemogućnost da na odgovarajući način pretvori stavke koje nisu običan tekst (formule, slike ili tabele) u govor. Trenutno rešenje je pružanje tekstualnog opisa ili interpretacije svakog takvog elementa u tekstu. Veoma kvalitetna tehnologija pretvaranja teksta u govor već je razvijena za regionalne jezike zemalja zapadnog Balkana koje učestvuju u ovom projektu, putem Univerziteta u



Novom Sadu, jednog od projektnih partnera iz Srbije. Ova tehnologija je već iskorišćena za stvaranje Centralne audio-biblioteke UNS-a, koja sadrži do sada stvorene audio-resurse i pruža efikasan pristup i predavačima i studentima (Delić, et al., 2019).

### 3.2.26. Inženjerski eksperimenti korišćenjem Interneta

Jedan od ključnih aspekata inženjerstva je laboratorijski i praktični rad neophodan kako bi se studentima inženjerstva omogućilo da upoznaju stvarne situacije, merenja i instrumentaciju sa svim pratećim problemima. Koncept eksperimenata korišćenjem Interneta (Magoha, 2002) revolucionisao je inženjerski laboratorijski i praktični rad. Ideja je da studenti postanu sposobni izvoditi stvarne eksperimente u stvarnom vremenu na stvarnoj opremi, ali putem interneta. Oprema za učenje zasnovana na internetu može da se razvije kako bi se demonstrirali svi aspekti nastavnog inženjerstva. Jedan takav razvoj je laboratorija sa daljinskim upravljanjem, koja pruža pristup računarskim aplikacijama i radnim površinama (virtuelnim i fizičkim) zasnovanim na pretraživaču. Veb-klijent udaljene radne površine omogućava studentima i nastavnicima brz i lak pristup laboratorijskoj infrastrukturi putem veb-pretraživača na internetu. Biće u mogućnosti da komuniciraju sa udaljenim aplikacijama ili radnim površinama kao što bi to uradili sa lokalnim računarom, bez obzira na to gde se u tom trenutku nalazili. Cilj primene takvih rešenja (ThinFinity, Free RDP Windows, Ericom AccessNow, itd.) je omogućiti studentima sticanje znanja i savladavanje veština vezanih za računarske mreže i kurseve softverskog inženjerstva (postoji grupa opšteobrazovnih kurseva kao i nekoliko izbornih predmeta koji pripadaju drugim studijskim programima Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu). Studenti stiču znanje iz mrežnih protokola, tj. pravila komunikacije u računarskim mrežama i mrežnih uređaja koji omogućavaju sigurno povezivanje i pravilan rad računarskih mreža. Daljinski rade u stvarnim uslovima: konfigurišu mrežne uređaje tako da generišu optimalne mrežne performanse, kontrolišu i proveravaju rezultate.

### 3.2.27. Podučavanje kroz igre (gejmifikacija)

Ova metodologija pripada metodologiji Podučavanje kroz studentska takmičenja ili se može smatrati njenim delom, ali je ovde detaljnije definisana.

Studenti uglavnom vole igre i žele da ih igraju sve više i više. Tradicionalne metode nalažu da učenje i igre budu odvojeni, ali ostaje činjenica da su studenti više zainteresovani za igranje igara nego za sedenje i učenje. Stoga je logično kombinovati ova dva aspekta i rešiti problem. Učenje putem igara pomoglo bi studentima da zadrže interesovanje za tu temu. Uz ovu metodologiju proces učenja nastavio bi se skoro tokom celog dana, a studenti se ne bi umorili i ne bi im dosadilo učenje. Studenti zapravo uče da se ne uključuju u tradicionalni proces učenja – oni praktično uče, a da toga nisu ni svesni. Takmičenje i bodovanje motivišu i uključuju studente, a premda bodovanje ne utiče na učenje studenata, motiviše ih da se trude. Huotari i Hamari definisali su igranje kao proces poboljšanja usluga sa motivacionim prilikama za pozivanje na iskustva igranja i daljnje ishode ponašanja (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018). Glavna motivacija je poboljšati uključenost pojedinaca i povećati njihovo interesovanje, angažman i efikasnost (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018).

Različiti oblici igara koji se mogu koristiti su sledeći:

- Igra reči/ukrštenica: nastavnik može da napravi dve grupe, na primer grupe mladića i devojaka. Potom se može pokrenuti takmičenje između dve grupe koje se sastoji od pisanja maksimalnog broja reči, definicija, terminologije itd. vezanih za određeni predmet.
- Igra uloga: komplikovani koncept može da se pojednostavi uz pomoć igre uloga. Predmeti nauke i inženjerstva imaju praktične zadatke koji pojednostavljaju razumevanje teorijskih koncepata. Međutim, praktična nastava nije moguća za svaku teoriju. U takvoj situaciji mnogo pomaže igranje uloga, edukativna drama. Od nekoliko volontera se prema potrebi traži da učestvuju u igri gde će svaki student volonter da igra određenu ulogu. Na primer, u konceptu rada mikroprocesora jedan volonter igra ulogu akumulatora, drugi ulogu registra, ALU, sata itd.

Prema proučenoj literaturi, postoje elementi unutar dizajna mrežnih igara uloga koji podstiču unutrašnju motivaciju, a istovremeno zahtevaju od igrača da razmišljaju, planiraju i deluju kritički i strateški. Gejmifikacija povećava motivaciju za učenje koje zahteva manje prethodno stečenog znanja,

a kao alat u kombinaciji sa drugom metodologijom povećava ishode učenja. Međutim, nije u potpunosti pouzdana za ishode učenja.

Prethodne studije pokazuju da nove tehnologije, poput igara, moraju da budu fokusirane na cilj, konkurentne i dizajnirane u okviru izbora i povratnih informacija da bi se nastavnicima i studentima omogućilo da prate napredak u učenju. Igranje i osmišljavanje igara može da doprinese aktivnim, interesantnim i autentičnim obrazovnim iskustvima (Lillejord, Børte, Nesje, & Ruud, 2018).

Tabela 2. Izbor predloženih nastavnih metodologija koje će da se usvoje u 62 nova/poboljšana kursa

	Nastavna metodologija	Prvi stepen	Drugi stepen	Oba nivoa
1	10) Učenje zasnovano na projektu (fokusirano na delovanje)	63 %	73 %	66 %
2	8) Aktivno učenje (fokusirano na delovanje)	38 %	59 %	45 %
3	9) Nastava vezana za istraživanje (fokusirana na delovanje)	25 %	64 %	39 %
4	5) Metoda slučaja (fokusirana na studente)	10 %	36 %	19 %
5	23) Podrška u nastavi putem veb-sajtova i društvenih mreža (fokusirana na tehnologiju)	15 %	18 %	16 %
6	17) Pristup od Z do A (fokusiran na delovanje)	23 %	5 %	16 %
7	7) Nastavne radionice (fokusirane na studente)	20 %	5 %	15 %
8	2) Preokrenuta ili obrnuta učionica (fokusirana na studente)	13 %	9 %	11 %
9	22) Online kursevi (video-predavanja) (fokusirani na tehnologiju)	13 %	5 %	10 %
10	14) Kreativni zadaci (fokusirani na delovanje)	8 %	14 %	10 %
11	6) Brainstorming (fokusiran na studente)	10 %	9 %	10 %
12	11) Grupna/timska nastava (kolaborativna nastava)	10 %	5 %	8 %
13	15) Učenje zasnovano na pripremi za predavanja (fokusirano na delovanje)	13 %	0 %	8 %
14	3) Nastava putem studentskih takmičenja (fokusirana na studente)	8 %	0 %	5 %
15	24) Metoda učenja/podučavanja zasnovana na audio-biblioteci (fokusirana na tehnologiju)	8 %	0 %	5 %
16	1) Obrazovanje fokusirano na studenta (fokusirano na studente)	3 %	5 %	3 %
17	12) Učenje zasnovano na radu (fokusirano na delovanje)	5 %	0 %	3 %
18	13) Samostalno učenje (fokusirano na delovanje)	5 %	0 %	3 %
19	4) Predavanje kroz debatu (fokusirano na studente)	0 %	5 %	2 %
20	16) Učenje zasnovano na znatiželji (fokusirano na delovanje)	3 %	0 %	2 %
21	20) Podučavanje praćenjem postupka standardizacije (fokusirano na delovanje)	3 %	0 %	2 %
22	19) Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju (fokusiran na delovanje)	0 %	0 %	0 %
23	21) Podučavanje osnova kroz primere vezane za zanimanje (fokusirano na delovanje)	0 %	0 %	0 %
24	26) Podučavanje kroz igre (gejmifikacija) (fokusirano na tehnologiju)	0 %	0 %	0 %
25	25) Inženjerski eksperimenti korišćenjem Interneta (fokusirani na tehnologiju)	0 %	0 %	0 %
26	18) Blok raspored (fokusiran na delovanje)	0 %	0 %	0 %
27	Ostale metodologije	8 %	0 %	5 %

#### 4. Pregled platformi i alata koji se koriste za nastavu

U ovom odeljku je predstavljeno nekoliko interaktivnih i multimedijalnih alata za učenje i e-učenje na mreži.

## Interaktivni tutorijal za elektroniku

Tutorijal je interaktivniji i specifičniji od knjige ili predavanja i nastoji podučavati na primeru i pružati informacije za izvršavanje određenog zadatka. U zavisnosti od konteksta, tutorijal može imati više oblika, u rasponu od skupa instrukcija za izvršavanje zadatka do interaktivne sesije rešavanja problema.

Interaktivni tutorijal za elektroniku (Patil & Prasad, 2016) (Trujillo-Aguilera, Sotorrio Ruiz, Pozo Ruz, Vegas, & Javier, 2015) pomaže predavačima u njihovim objašnjenjima. Tutorijal može da bude koristan alat koji omogućava prezentaciju u nekoliko multimedijalnih računarskih aplikacija u virtuelnom prostoru (poput interneta). Nadalje, ovaj tutorijal doprinosi povećanju samostalnog učenja studenata jer mogu da koriste tutorijal pre i nakon objašnjenja u učionici. U svakom slučaju, tutorijal motiviše studente na samostalno učenje i drži ih odgovornima za svoje samostalno učenje. Pored toga, priručnik podstiče izgradnju znanja i na kraju omogućava studentima da kontrolišu sadržaj i aktivnosti.

## Multimedijalni sadržaj

Multimedijalni (Patil & Prasad, 2016) (Magoha, 2002) sadržaj je kombinacija audio i vizuelnih materijala. Koristi se za poboljšanje komunikacije i usavršavanje prezentacije. U multimedijalnom sadržaju predmet i vežbe se biraju prema optimizovanom konceptu ili ih predavač sastavlja na ad hoc način posebno za postizanje zadatog nastavnog cilja. Oni koji žele mogu da koriste dostupne informacije u različitim formatima, poput slika, teksta, animacije i video-zapisa.

Nastavnici mogu da koriste audio-vizuelno pomagalo za prikazivanje video-predavanja, animacija itd. Ova metoda studentima prenosi znanje renomiranih ličnosti iz predmetnih kurseva reprodukcijom njihovih predavanja (Patil & Prasad, 2016).

## Simulacioni softver

Simulacioni softver je softver dizajniran da pruži realnu imitaciju kontrola i rada stvarnog (složenog) sistema. Simulatori imaju veoma važnu ulogu u nastavnom programu elektroničkog inženjerstva. Različiti simulatori poput mikroprocesorskog simulatora, simulatora kola ili simulatora za modelovanje dizajna, uređaja i procesa (npr. COMSOL) mogu efikasno da se koriste u nastavnom programu. Simulatori studentima daju detaljno radno znanje kao i znanje na nivou dizajna sistema.

Simulaciono modeliranje sigurno i efikasno rešava stvarne probleme. Pruža važnu metodu analize koja se lako proverava, komunicira i razume. U svim industrijama i disciplinama simulaciono modeliranje daje dragocena rešenja pružajući jasan uvid u složene sisteme. Na primer, kurs za tehničke nacрте na bazi softvera potpomognute računom (CAD) može da ima pozitivne efekte na razvoj veština prostorne vizualizacije studenata inženjerstva.

## Virtuelna/proširena stvarnost

Virtuelna stvarnost (Magoha, 2002) (Lillejord, Børte, Nesje, & Ruud, 2018), sa svojim proširenjem televirtuelnosti, revolucionisala je inženjersko obrazovanje. Korisnicima nudi mogućnost stvaranja prikaza obrazovnih modela i kretanja unutar virtuelnog prostora. 3D vizualizacija stvorena uz pomoć virtuelne stvarnosti može da pruži sliku koja je i razumljiva i dostupna nestručnom korisniku. Proširena stvarnost je obećavajuća tehnologija u nastajanju sa obrazovnim potencijalom jer projektuje digitalni materijal na objekte iz stvarnog sveta, poboljšava i proširuje studentsko iskustvo učenja te olakšava saradnju i aktivno učenje studenata (Lillejord, Børte, Nesje, & Ruud, 2018).

## Alati za e-učenje

### Terminologija i slučajevi upotrebe

**Koncept učenja na daljinu** omogućava studentima daljinski pristup (1) tekućim aktivnostima i/ili (2) skladištenim materijalima. Stoga uključuje mrežno učenje i ekvivalentno je drugim terminima kao što su distribuirano učenje, e-učenje, virtualna učionica itd. (En.wikipedia.org/wiki/Distance\_education, n.d.)

Tehnologije obrazovanja na daljinu podeljene su u dva načina izvođenja: sinhrono i asinhrono učenje.

- Sinhrono učenje liči na tradicionalnu učionicu jer se sadržaj istovremeno isporučuje svim „učesnicima“. Uključuje komunikacionu tehnologiju u realnom vremenu za teleprisustvo (telefon/VoIP, veb video-konferencije) ili emitovanje sadržaja (npr. obrazovna televizija, nastavna televizija, direktni satelitski prenos (eng. *direct-broadcast satellite* – DBS), internet radio, prenos uživo):
  - Softver za veb-konferencije pomaže u olakšavanju sastanaka na kursovima učenja na daljinu i obično sadrži dodatne alate za interakciju kao što su tekstualni čet, ankete, podizanje ruku, emotikoni itd.
  - Roboti za teleprisustvo (Kubi, Double Robot) koriste se za pojačavanje „prisustva i interakcije“ udaljenih studenata.
- U asinhronom učenju učesnici fleksibilno pristupaju materijalima kursa prema vlastitom rasporedu. Primeri asinhrono tehnologije isporuke su forumi poruka, e-pošta, video i audio-snimci, materijali za štampu, govorna pošta i faks (Lever-Duffy & McDonald, March 2007).

Jedno od najvažnijih pitanja obrazovanja na daljinu je ograničena interakcija između studenta i nastavnika. Stoga se razvijaju razne strategije, tehnike i postupci kako bi se povećala količina i kvalitet ove interakcije.

U učenju na daljinu takođe mogu da se koriste interaktivne radio-instrukcije (IRI), interaktivne audio-instrukcije (IAI), virtualni svetovi na mreži, digitalne igre, vebinari i veb-emisije, a sve se to naziva e-učenjem. (Burns, 2011)

- Interaktivne radio-instrukcije (IRI) su sistem obrazovanja na daljinu koji kombinuje radio-emisije sa aktivnim učenjem kako bi se poboljšao kvalitet obrazovanja i nastavne prakse. (<http://blogs.worldbank.org/edutech/iri>, n.d.)
- Interaktivne audio-instrukcije (IAI) su tehnologija učenja na daljinu koja može da pruži povoljno, kulturološki primereno obrazovanje putem radija ili mobilne audio-tehnologije. (World Bank Group, February 2015)
- Primer virtualnog sveta je Second Life, „besplatni 3D virtualni svet u kojem korisnici mogu da stvaraju, povezuju se i razgovaraju sa ljudima iz celog sveta koristeći glas i tekst.“ (<https://secondlife.com/>, n.d.)

Internet forumi, internet diskusione grupe i internet zajednice za učenje mogu doprineti efikasnom iskustvu obrazovanja na daljinu.

Raširena upotreba računara i interneta učinila je učenje na daljinu lakšim i bržim, a danas mnogi univerziteti nude internet kurseve. Postoje i „virtualni fakulteti/univerziteti“ koji pružaju celokupne nastavne planove i programe na internetu.

Barijere za efikasno obrazovanje na daljinu uključuju prepreke kao što su kućna ometanja i nepouzdana tehnologija, (Östlund, n.d.) ali i troškovi studentskih programa, nedostatak odgovarajućeg kontakta sa nastavnicima i službama podrške i potreba za više iskustva. (Galusha, n.d.)

**Kombinovano učenje** kombinuje tradicionalne metode u učionicama (učenje na kampusu) sa internet interakcijom (učenje na daljinu), odnosno „računarski posredovane aktivnosti vezane za sadržaj i isporuku”. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Blended\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Blended_learning), n.d.) Mnogi otvoreni univerziteti koriste spoj tehnologija i spoj modaliteta učenja (licem u lice, na daljinu i hibridno), a sve pod zajedničkim izrazom „učenje na daljinu”.

### Komponente e-učenja

Prema ([https://en.wikipedia.org/wiki/Educational\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_technology), n.d.), obrazovna tehnologija između ostalog pokriva sledeće aspekte:

- tehnološki alati i mediji koji pomažu u komunikaciji znanja, njegovom razvoju i razmeni, npr. masivni internet kursevi,
- sistemi za upravljanje učenjem (eng. *learning management systems* – LMS), kao što su alati za upravljanje studentima i kurikulumom te informacioni sistemi za upravljanje obrazovanjem (eng. *education management information system* – EMIS).

Oba navedena aspekta obrazovne tehnologije neophodna su za razvoj platforme za učenje za izvođenje e-kurseva, kao što je Moodle ili Open edX.

Sistem upravljanja učenjem (LMS) može se analizirati sortiranjem karakteristika u četiri grupe: alati za distribuciju, alati za komunikaciju, alati za interakciju i alati za administraciju kursa. (Garrote Jurado, 2014)

Primena „tehnoloških alata i medija” povezana je sa određenim scenarijem upotrebe. U tom smislu možemo da prepoznamo nekoliko tipova interakcija:

- 1) teleprisustvo,
- 2) pristup materijalu na mreži,
- 3) internet saradnja i
- 4) proširena interakcija u učionici.

Poslednja kategorija može da se smatra proširenjem interakcije teleprisustva jer okruženje učionice omogućava primenu uređaja iz stvarnog sveta, kao što je Acer Classroom Manager/TechSmart: „... LED svetlo od 4 boje, ugrađeno na poklopac laptopa, koje se može koristiti za praćenje statusa i napretka studenata i za postizanje dinamičnijeg i vizuelnijeg učešća na nastavi.”

Navedeni tipovi interakcije dobro se podudaraju sa komponentama e-učenja:

- 1a) Virtuelna učionica je događaj e-učenja u kojem predavač drži predavanje grupi studenata na daljinu i u stvarnom vremenu koristeći kombinaciju materijala (npr. PowerPoint slajdovi, audio ili video-materijali);
- 1b) E-podučavanje, e-poučavanje i e-mentorstvo pružaju individualnu podršku i povratne informacije studentima putem online alata i tehnika facilitacije;
- 2) Sadržaj e-učenja (jednostavni izvori za učenje, interaktivne e-lekcije, elektroničke simulacije i pomagala za posao;
- 3) Saradničko učenje: zajedničke aktivnosti se kreću od diskusija i razmene znanja do zajedničkog rada na zajedničkom projektu. Društveni softver, poput četova, diskusionih foruma i blogova, koristi se za internet saradnju među studentima;

identifikovano u (E-learning methodologies - A guide for designing and developing e-learning courses, 2011). Ovaj tutorijal razvijen je u okviru projekta FAO UN, koji je financirala vlada Nemačke, sa ciljem pružanja detaljnih smernica o dizajniranju i razvoju kurseva za e-učenje.

## Alati za teleprisustvo

IKT se smatra ključnim alatom za premošćavanje udaljenosti u interakciji ili isporuci multimedijalnog sadržaja.

- **M-učenje** ili mobilno učenje oslanja se na prenosive tehnologije (prenosivi računari, MP3 uređaji, , mobilni telefoni i tableti). Omogućuje mobilnost studenata i trenutnu interakciju/povratne informacije (npr. odgovor studenata). (<https://en.wikipedia.org/wiki/M-learning>, n.d.)
- **Screencasting** je digitalni zapis izlaza sa računarskog ekrana, poznat i kao snimak video-ekrana, koji često sadrži audio-naraciju. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Screencast>, n.d.) Predavaču olakšava demonstraciju interakcije sa softverskim alatima. Udaljenim studentima pruža suštinski uvid u aktivnosti predavanja.
- **Veb-emitovanje** omogućuje stvaranje virtuelnih učionica i virtuelnog učenja.

Navedene funkcionalnosti podržane su širokim rasponom alata za video-konferencije, kao što su Google Handouts, (Cisco) WebEx Meetings, Zoom Meetings, Skype (za preduzeća) itd.

Pored računara i komunikacionih mreža (interneta), razvijaju se i alati poput namenskih robota kako bi se poboljšalo „teleprisustvo”.

- Kubi Virtual Telepresence Robot (<https://www.revolverobotics.com>, n.d.): „Kubi je stacionarni robot, ali nudi mogućnost pomicanja do 300 stepeni i nagiba (gore ili dolje) do 45 stepeni. Kubi radi s bilo kojim tabletom i bilo kojom platformom za video- konferencije kako bi video-pozivi bili jednostavniji i angažovaniji u poslu, telemedicini i obrazovanju.” (<https://telepresencerobots.com/robots/kubi>, n.d.)
- Double Robot (<https://www.doublerobotics.com/>, n.d.): prelazi uobičajene prepreke u okruženju kancelarije ili učionice, poput kabela, neravnina ili pragova. Koristi prikaz „uvek na podu” za veću svest o prostoru i uštedu vremena: nema potrebe za prebacivanjem između prikaza kamere.

## Alati za saradničko učenje

**Blog** je diskusioni ili informativni veb-sajt objavljen na World Wide Webu koji se sastoji od diskretnih, često neformalnih unosa teksta (postova) u stilu dnevnika. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Blog>, n.d.)

- Blog Svjetske banke o upotrebi IKT-a u obrazovanju (<http://blogs.worldbank.org/edutech/>, n.d.) pokazuje koliko sadržaj bloga može da bude predan i relevantan.

**Saradnički softver** ili **grupni softver** je aplikacija dizajnirana da pomogne ljudima koji su uključeni u zajednički zadatak postizanja svojih ciljeva. [[https://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative_software)]

- Prema ([https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/?\\_ga=2.73346323.106813785.1551566905-2102080725.1551566905](https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/?_ga=2.73346323.106813785.1551566905-2102080725.1551566905), 2019), G Suite (Gmail, Dokumenti, Disk i Kalendar) pripadaju ovoj kategoriji.

**Gejmifikacija** učenja je obrazovni pristup motivisanju studenata za učenje upotrebom dizajna video-igara i elemenata igre u okruženjima za učenje. (Kapp, 2012)

- 3D GameLab (<http://3dgame.com/>, n.d.) kompanije Rezzly je platforma za učenje bazirana na potrazi koju nastavnici i studenti mogu da koriste za stvaranje i igranje postavljenih pitanja. Studenti mogu da rade na savladavanju predmeta zarađivanjem bodova i drugih nagrada. Rezzly (<https://www.rezzly.com/>, n.d.) primenjuje razmišljanje i mehaniku igre na novu vrstu platforme za učenje. Kako igrači dovršavaju zadatke, prelaze na „sledeći nivo” kako bi ostvarili svoje obrazovne ciljeve.

- Misija igre Classcraft je učiniti školu relevantnijom i značajnijom stvaranjem razigranih i zajedničkih iskustava učenja koja uče celokupno biće deteta. (<https://www.classcraft.com>, n.d.)

**Platforme društvenih mreža fokusirane na obrazovanje** su kontrolisana okruženja (za razliku od Facebooka, Twittera itd.) koja su posebno posvećena učenju. Na listi popularnih besplatnih obrazovnih društvenih mreža navedenih u (<http://ftp.edtechreview.in/trends-insights/trends/2606-educational-social-networks>, n.d.) nalaze se, pre svega, Ted-Ed, TweenTribune, Edmodo, Wikispaces Classroom i TeacherTube.

- Ted-Ed (<https://ed.ted.com/>, n.d.) omogućava nastavniku da kreira interaktivne lekcije oko YouTube video-zapisa dodavanjem pitanja sa višestrukim izborom i otvorenih pitanja, tema za podsticanje diskusije i dodatnih resursa.
- Tween Tribune omogućava nastavnicima da kreiraju lekcije oko postojećeg sadržaja, ali ovaj put oko članaka, ne video-zapisa.
- Edmodo je komunikaciona platforma na kojoj se obrazovne teme, izvori i dokumenti stalno dele i raspravljaju kako javno tako i u privatnim grupama (razredima).

### Sadržaj e-učenja

**Elektronski portfelj** je zbirka elektroničkih dokaza koje sastavlja i kojima upravlja korisnik, obično na internetu. E-portfelji su i demonstracija korisnikovih sposobnosti i platforme za samoizražavanje. ([https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_portfolio](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_portfolio), n.d.)

### Namenske platforme za učenje:

1. Moodle je platforma za učenje dizajnirana da pruži nastavnicima, administratorima i studentima jedinstveni robusan, siguran i integrisan sistem za stvaranje personalnih okruženja za učenje. (<https://moodle.org/>, n.d.) Moodle nudi najfleksibilniji set alata koji podržava kombinovano učenje i 100 % internet kurseve. ([https://docs.moodle.org/36/en/About\\_Moodle#All-in-one\\_learning\\_platform](https://docs.moodle.org/36/en/About_Moodle#All-in-one_learning_platform), n.d.)
2. Open edX je masivno skalabilna softverska platforma za učenje koja stoji iza platforme edX, online destinacije za učenje koju su osnovali Harvard i MIT 2012. godine. Misija koju je objavila platforma edX glasi: „povećati pristup visokokvalitetnom obrazovanju, poboljšati nastavu i učenje u kampusu i na mreži i unaprediti nastavu i učenje kroz istraživanje”. (<https://open.edx.org/about-open-edx/>, n.d.) Ključni delovi platforme su: 1) Sistem upravljanja učenjem (LMS) i 2) Studio za autore kurseva.

### Istaknuti pružaoci e-kurseva:

3. Coursera (<https://www.coursera.org/>], n.d.) nudi kurseve u obliku „interaktivnog priručnika, koji sadrži unapred snimljene video-zapise, kvizove i projekte”. Podržava zajednicu koja uči u diskusionim grupama i nudi certifikate kroz partnerske univerzitete širom sveta.
4. Udacity (<https://www.udacity.com/>, n.d.) „Gotovo svako na planeti ko ima internet vezu i predan je samoosnaživanju kroz učenje može da dođe u Udacity, savlada brojne veština koje će da ga pripreme za posao i bavljenje poslom koji želi”.

### UNS: Primenjeni alati

U skladu sa prethodnom diskusijom, e-alati su klasifikovani u 4 kategorije:

1. Kreiranje kurseva
2. Lab (HW, SW)
3. Asinhrono („vanmrežno”) učenje
4. Sinhrono („mrežno”) učenje

Alati koji se koriste za laboratoriju obično su specifični za kurs, pa stoga ovde neće biti elaborirani. Umesto toga, fokus će da bude na interakciji između kreiranja kursa, učenja na mreži i izvan nje.

Većina UNS kurseva koristi PowerPoint slajdove u tradicionalnim učionicama. Pošto PowerPoint omogućava ugrađivanje zvuka, može da proizvede video koji prikazuje vizuelnu interakciju sa slajdovima koju objašnjava predavač. Video predavača koji nedostaje može se naknadno priložiti pomoću spoljnih alata za montažu. Iz te perspektive, alati za video-konferencije, npr. Zoom, WebEx, Skype itd., nude kompletnije okruženje za kreiranje kurseva. Zbog nesrećnih okolnosti, u letnjem semestru 2020. godine većina predavanja se u stvari održavana putem takvih alata za teleprisustvo (video-konferencije). Snimljene sesije u okruženju video-konferencija čine solidnu osnovu za vanmrežne (asinhrono) materijale za učenje. Većina alata za video-konferencije integriše snimak radne površine/aplikacije sa video i audio-snimkom predavača. Trenutno alati za video-konferencije nisu standardizovani na nivou institucije što rezultuje upotrebom svih dostupnih proizvoda.

Tokom prethodne godine detaljno smo istraživali platformu Open edX, ali nije sigurno da će trenutna platforma Moodle biti zamenjena: korisnici su se na nju navikli i ona zadovoljava trenutne potrebe. Zato se sav interni sadržaj e-učenja nudi putem Moodle stranice sa ograničenim pristupom: <http://moodle.telekom.ftn.uns.ac.rs/>. U narednom periodu platforma Moodle će se intenzivno koristiti za ocenjivanje studenata. Razvoj ove funkcionalnosti je tekuća aktivnost za većinu kurseva.

Teleprisustvo zahteva dodatne alate (uređaje ili robote) kako bi se poboljšala interakcija. Nažalost, ovo područje do sada nije dovoljno istraženo. Isto se odnosi na alate za proširenu interakciju u tradicionalnoj učionici, kao što je primena belih tabli.

E-TOOLS & Resources (Course)	Course Authoring	Lab (SW, HW)	Asynchronous ("offline") learning			Synchronous ("online") learning			
			E-learning content		Collaborative learning	Telepresence		Traditional classroom	
			Internal learning platform	External		E-tutoring	Virtual classroom		Extended interaction
1 M&SCS	PowerPoint	MATLAB, GNU Radio, USRP	Moodle	TBD	TBD		Zoom, WebEx	Pen tablet	whiteboard
2 CR	PowerPoint	MATLAB, GNU Radio, USRP	Moodle	TBD	TBD		Zoom, WebEx	Pen tablet	whiteboard
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
NOTES:	Internal learning platform includes Learning Management System (LMS) To Be Determined - TBD								

## 5. Razvoj metoda učenja i podučavanja na osnovu studentskih takmičenja, studentskih izazova i hakatona

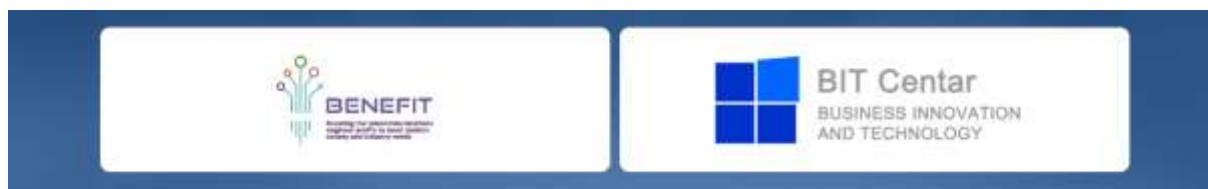
Posebna pažnja u okviru projekta BENEFIT posvećena je metodologijama podučavanja i učenja koje se ne zasnivaju samo na projektu, nego stimulišu dodatni angažman studenata tokom realizacije projektnog zadatka. Takvi podsticaji deo su scenarija u kojima se studenti, bilo pojedinačno ili u timu, takmiče jedni protiv drugih. Poslednjih godina koncept u kojem studentski timovi rešavaju različite probleme takmičeći se jedni protiv drugih za određenu nagradu ili neko drugo priznanje postao je raširen i vrlo popularan pod nazivom studentski hakaton. Takvi događaji su se razvili manje-više nezavisno od klasičnog obrazovnog sistema, većinom podstaknuti zajednicom startup kompanija u usponu i malih i srednjih preduzeća (MSP) koja imaju posebno interesovanje da na taj način angažuju studente. Hakatoni su brzo stekli popularnost među većinom studentske populacije u oblasti nauke-tehnologije-inženjerstva-matematike (STEM), a to nije moglo da prođe nezapaženo od strane akademskog nastavnog osoblja. Zbog velikog interesovanja studenata, postalo je jasno da je uključivanje takvih koncepata u tradicionalno obrazovanje neophodno.



Prvi koraci u uključivanju koncepata studentskih takmičenja i hakatona u redovno akademsko obrazovanje obično su se radili uključivanjem nekih članova akademskog osoblja u takav događaj kao vođa timova. Na Univerzitetu u Novom Sadu, na primer, imali smo vrlo uspešan primer takvog angažmana gde je nekoliko mladih docenata uključenih u projekat BENEFIT pripremlilo dva tima za prestižni Kup za obradu signala u sklopu vodeće Međunarodne konferencije o akustici, govoru i obradi signala (ICASSP) Instituta inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE) održane 2016. u Šangaju, Kina. Oba tima su bila uspešna i među deset najboljih timova koji su zaslužili počasni pomen na veb-sajtu konferencije (<https://www2.securecms.com/ICASSP2016/SPCup.asp>). Iskustvo, uzbuđenje i znanje stečeno na ovom takmičenju, kako za studente, tako i za zaposlene, bili su jasan pokazatelj da takva metodologija učenja ima jasne koristi i može dramatično da podstakne studentski entuzijazam za rešavanje stvarnih problema. O takvom se pristupu razgovaralo tokom nekoliko događaja za obuku nastavnika na projektu BENEFIT, a trenutno je čitav konzorcijum BENEFIT dobro svestan ove metodologije i spreman je da ju primeni u praksi. Jedna od šansi za to bio je ovogodišnji Kup za obradu signala koji se održao na konferenciji IEEE ICASSP 2020, održanoj virtualno zbog pandemije COVID-19, u kojoj je učestvovao tim sa Univerziteta u Novom Sadu.

Kako bi demonstrirali i osposobili univerzitetske nastavnike da češće koriste studentska takmičenja i hakatone u svojoj nastavnoj praksi kao metodu motivisanja studenata za izvanrednu predanost i napredak, projekat BENEFIT pripremio je strategiju zasnovanu na organizaciji dva hakatona i obuku o nastavi i metodologijama učenja na osnovu studentskih takmičenja/hakatona. Prvi takav događaj je organizovao jedan od industrijskih partnera na projektu, kompanija BICOM iz Tuzle, Bosna i Hercegovina, u novembru 2019. godine (<https://hackathon.bicomsystems.com/>). Cilj ovog događaja bio je upoznati druge projektne partnere sa praksom organizovanja takvih događaja, razmeniti najbolje prakse, ali i angažovati studente prvenstveno s Univerziteta u Tuzli da se uključe u takve događaje. Zadatak hakatona bio je dizajnirati i stvoriti mobilnu aplikaciju koja će da iskoristi tehnologije kompjuterske vizije ili tehnike obrade slika kako bi se rešio relevantno identifikovan stvarni problem. Studentima je bilo dozvoljeno da formiraju timove do 5 osoba i imali su tačno 1 dan (24 sata) za rad na zadatku. Tokom takmičenja studentski timovi dobili su podršku iskusnog mentora tima, zaposlenog u kompaniji Bicom Systems (projektnog partnera). Rezultati studentskog timskog rada potom su predstavljeni kao deo petominutne prezentacije ideje, posle čega su sledila pitanja žirija. Žiri je ocenio inovacije, implementaciju i kvalitet prezentacije svih timova.





Sledeća dva planirana događaja namenjena su obuci članova osoblja BENEFIT sa nekim od najboljih svetskih primera nastave zasnovane na takmičenjima, kao i sprovođenju studentskog hakatona koji je povezan sa takvom obukom. U tu svrhu sa konzorcijumom BENEFIT dogovoreno je da takav događaj bude održan u okviru manifestacije Dani otvorenih vrata BENEFIT, zakazane za 2. jun u Novom Sadu, Srbija. Međutim, zbog pandemije COVID-19 otvoreni događaj se odlaže i održaće se u decembru 2020. ili januaru 2021. godine, najverovatnije u virtuelnom online režimu. Tokom manifestacije Dani otvorenih vrata BENEFIT održaće se obuka nastavnika o upotrebi studentskih takmičenja i hakatona kao dela redovnog programa akademskog kursa. Kao glavnog govornika izabrali smo Ivana Seskara, pomoćnog direktora istraživačkog centra WINLAB, Univerzitet Rutgers, glavnog naučnika zaduženog za jednu od najvećih američkih platformi za bežično testiranje, nazvanog Open Test Access Research Testbed for Next Generation Wireless Networks (ORBIT: <https://www.orbit-lab.org/>). Ivan Seskar ima široko iskustvo u obuci studenata za praktično uvođenje sistema bežičnih komunikacija i spreman je podeliti svoje znanje i stavove o nastavnim metodologijama zasnovanim na studentskim takmičenjima/hakatonima. Planiramo da iskoristimo Dane otvorenih vrata BENEFIT za organizaciju dodatnog studentskog hakatona organizovanog uz podršku projekta BENEFIT, koji bi okupio studentske timove partnera projekta BENEFIT, ali i drugih akademskih institucija sa Balkana i šire.

Nakon učešća u hakatonima koje podržava i suorganizuje projekat BENEFIT, inakon obuka na događaju Dani otvorenih vrata BENEFIT u Novom Sadu, nastavno osoblje akademskih partnera projekta BENEFIT u WBC-u upoznaće i steći iskustvo iz prve ruke o tome kako upotreba metodologija učenja i podučavanja na osnovu studentskih takmičenja i hakatona može da poboljša njihovu nastavnu praksu. Među glavnim temama o kojima će se raspravljati, istraživaće se metode integracije takve prakse podučavanja i učenja u tradicionalnu učionicu. Postoje, naravno, mnoga praktična pitanja o tome kako to treba da se sprovede. Glavni način za upotrebu nastavne metodologije zasnovane na studentskim takmičenjima i hakatonima je njena upotreba u kombinaciji sa učenjem zasnovanim na problemima, gde bi studenti rešavali određene probleme tokom svog kursa, ali istovremeno bi učestvovali u dobro definisanim takmičenjima. Pitanja ocenjivanja studenata u takvim slučajevima, donošenja odluka o prolazu ili padu, odlučivanja o pojedinačnim ocenama za studente koji učestvuju u timovima veoma su relevantna i predmet su diskusije. Vezano za projekat BENEFIT, integracija takve nastavne metodologije i saradnja sa industrijskim partnerima takođe mogu da ponude interesantne mogućnosti: na primer, industrijski partneri mogu aktivno učestvovati u definisanju problema sa takmičenjem/hakatomom, ali i u pružanju dodatnih podsticaja ili nagrada za izvanredne studentske uspehe. Događaji u okviru projekta BENEFIT zasigurno će u velikoj meri da pomognu nastavnom osoblju u razumevanju i primeni mogućnosti koje otvaraju metode podučavanja i učenja zasnovane na takmičenjima i hakatonima kako bi se povećalo zadovoljstvo studenata, uzbuđenje i posvećenost kroz sticanje specifičnih znanja i veština.

## 6. Inovativne metode obuke koje uključuju industriju – studija slučaja kursa zasnovanog na blokovima

Industrijski partneri uključeni u projekat BENEFIT analizirali su prethodna iskustva i u saradnji sa akademskim partnerima predložili nekoliko načina za poboljšanje metoda predavanja i obuke. U okviru inovativnih metoda razmatrala se potreba da studenti steknu potrebne veštine kako bi bili konkurentni na tržištu rada, dok istovremeno stiču sva potrebna znanja koja akademski nivo studija zahteva.

Jedna od predloženih metoda je kurs zasnovan na blokovima, koji se predlaže za praktično usmerene kurseve na višim godinama osnovnih akademskih i doktorskih studija. U ovoj metodi studenti se fokusiraju na jedan po jedan kurs u obliku blok rasporeda. Fokusirajući se na jedan predmet studenti mogu bolje da organizuju svoje vreme i budu motivisani da završe kurs unutar njegovog bloka. Semestar se obično sastoji od 4 do 5 blokova.

U jednom primeru semestra zasnovanog na blokovima, koji je primenjen na Departmanu za računarsko inženjerstvo i računarske komunikacije Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, studenti 4. godine osnovnih studija pohađaju 5 kurseva u zimskom semestru i 3 kursa u letnjem semestru. Svaki blok obično traje 3–4 nedelje, u zavisnosti od akreditovanog broja časova za predavanja i vežbe.

Tipični blok započinje predavanjima i praktičnom nastavom u prvoj nedelji. Ujutro se predavanja održavaju u trajanju od 3 do 4 sata, u zavisnosti od kursa. Nakon pauze za ručak studenti su podeljeni u grupe, a laboratorijske vežbe na računaru traju još 3–4 sata. Celokupno opterećenje studenta u uobičajenom danu ne prelazi uobičajeno radno vreme od 8 sati, uključujući pauzu za ručak.

Posle prve nedelje u nekim kursevima odmah sledi projekt, dok se drugi odlučuju za 2 nedelje predavanja. Kursevi koji se nastavljaju predavanjima većinom imaju manje projekte ili ocenjivanje samo na osnovu laboratorijskih vežbi i ispita. Većina kurseva odlučuje se za duže projekte jer je učenje zasnovano na projektima veoma važno za poslednje godine primenjenih studija, poput inženjerstva.

Rad na projektu je sličan poslu koji će studenti imati kad se zaposle u kompaniji ili institutu. Studentima se daje specifikacija projekta te imaju na raspolaganju sve laboratorijske resurse za rad na rešenju projektnog zadatka. Studenti obično ceo radni dan provedu u laboratoriji, premda se neki odlučuju da rade na svojim projektima kod kuće. Profesori i asistenti u nastavi dostupni su za konsultacije tokom radnog dana u određeno vreme. Obično je barem jedan asistent u nastavi stalno dostupan u laboratoriji.

Tokom projektnih nedelja, studenti ne rade samo na svom projektu. Istražuju kako doći do rešenja, čitaju zadate materijale za čitanje i uče za teorijski deo ispita. Teorijski ispit se obično organizuje u jedan od dva termina: ponedeljak poslednje projektne nedelje (tako da studenti imaju vremena da bez stresa zbog ispita završe projekat) ili ponedeljak posle poslednje projektne nedelje (tako da studenti imaju vikend za pripremu za ispit, nakon čega predstavljaju rezultate svog projekta). Na nastavniku je da odabere koji termin je bolji za njegov kurs.

Ako student ne položi ispit tokom bloka, postoje dva moguća scenarija. Ako je student stekao dovoljno praktičnih bodova, odnosno bodova za pohađanje nastave, aktivnosti na nastavi, laboratorijske vežbe i projekat, može da ponovo polaže teorijski ispit više puta u redovnim ispitnim rokovima koje odredi Univerzitet. Ako student nije stekao dovoljno praktičnih bodova, mora ponovo da polaže ceo kurs sledeće godine. Obično velika većina (> 90 %) studenata stekne dovoljno praktičnih bodova tokom bloka jer im je određen kurs jedini fokus tokom bloka.

Nekoliko je prednosti ovog pristupa: fokus na jednom kursu omogućava studentu da bolje razume gradivo i da se fokusira na polaganje jednog kursa odjednom. Iskustvo pokazuje da je stopa studenata koji polože kurs na vreme mnogo veća od stope na klasičnim kursevima. Pored toga, učenje zasnovano na projektima dostiže vrhunac u ovom pristupu, pošto projekat na kojem student radi ne ometaju drugi kursevi ili projekti, a sa punim fokusom student može da shvati većinu praktičnog znanja iz projekta.

Nedostatak ovog pristupa je činjenica da sažeti blok pojedinog kursa znači da znanje nema vremena da se apsorbuje u dugoročnu memoriju na isti način kao što se apsorbira u klasičnom semestralnom kursu. Zato je pristup zasnovan na blokovima dobar za praktične predmete pred kraj studija, ali se ne

preporučuje za teorijske predmete koji se obično slušaju u prvih nekoliko godina osnovnih akademskih studija.

## 7. Dvopredmetno učenje zasnovano na projektima: pilot projekti

Na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu realizovana su dva pilot projekta koja se odnose na višepredmetni pristup projektom učenju tokom akademskih godina 2018.–2019. i 2019.–2020. Oba projekta su realizovana za studente studijskog modula Telekomunikacije i informacione tehnologije.

### Dvopredmetni projekat u 6. semestru

Prvi projekat je realizovan za studente treće godine studija (od četiri), 6. semestra, tokom prolećnog semestra 2019. godine. Projektni zadatak odnosio se na dva predmeta, Telekomunikacije 3 (obavezni predmet, predavači Goran Marković, Kristina Josifović) i Obrada signala 2 (izborni predmet, predavači Jelena Čertić, Miloš Bjelić). Dva različita projektna zadatka ponuđena su kao dvopredmetni projekat:

1. Projekt zasnovan na 5G rešenju predloženom u konferencijskom radu (X. Zhang, M. Jia, L. Chen, J. Ma i J. Qiu, „Filtrirani OFDM – Omogućavač fleksibilnog talasnog oblika u ćelijskim mrežama 5. generacije,” IEEE konferencija o globalnim komunikacijama 2015.(GLOBECOM), San Diego, Kalifornija, 2015., str. 1.–6.)
2. Projekt se odnosio na simulaciju GSM sistema sa trostepenom decimacijom u prijemniku.

Teorijski aspekti GSM i OFDM tehnologije su teme predmeta Telekomunikacije 3. Napredak u dizajnu i primeni filtera, uključujući decimaciju, teme su predmeta Obrada signala 2. Semestarski projekat je obavezni deo predmeta Obrada signala 2, ali nisu svi projekti direktno povezani sa temama obuhvaćenim predmetom Telekomunikacije 3 (postoje teme vezane za obradu audio-signalu i klasične DSP teme kao što su dizajn i implementacija filtera, adaptivni algoritmi, spektralna procena itd.). Iz tog razloga je višepredmetni projekat ponuđen kao opcija studentima. Projektni zadatak obično se radi u malim grupama studenata (do četiri studenta). Pet grupa studenata je pristupilo višepredmetnom projektu, četiri grupe odabrale su temu koja se odnosi na 5G, a jedna grupa temu koja se odnosi na GSM. Na kraju semestra, projektni zadaci su odbranjeni pred nastavnicima predmeta i svim studentima predmeta Obrada signala 2. Studenti su postavljali pitanja i ocenjivali odbranjene projekte. Četiri projekta su završena i odbranjena na vreme, a ukupni bodovi za prezentacije dati su u Tabeli 3. (raspon ocena od 1 do 5).

Tabela 3. Ukupni rezultat timova koji su dobili od drugih studenata

Tim	Cilj projekta je jasno naveden	Prezentacija glavne ideje rešenja	Razvijeno rešenje	Prezentacija rezultata	Ukupni dojam
Grupa 1	4,57	4,79	4,73	4,71	4,86
Grupa 2	4,73	4,36	4,45	4,55	4,55
Grupa 3	5,00	4,62	4,60	4,70	4,87
Grupa 4	4,80	4,87	4,27	4,30	4,60

### *Naučene lekcije*

Studenti su uživali u izazovu izvršavanja zadatka koji je povezan sa stvarnim temama. Postavili smo im set tipičnih ispitnih pitanja, ali odgovori su pokazali dublje razumevanje teme u odnosu na prosečnu grupu. Studenti su zasigurno stekli bolje razumevanje prednosti i nedostataka OFDM tehnologije i bolji uvid u probleme implementacije filtera u telekomunikacionim predajnicima i prijemnicima. Bilo je interesantno da su sve četiri grupe studenata organizovale odbranu na specifičan način, odnosno nije

bilo sličnosti između njihovih nastupa. Studenti su bili veoma aktivni tokom odbrane, postavljali su pitanja i mogli su slobodno da daju svoja mišljenja i komentare. Na osnovu dobrih rezultata odlučili smo da u budućnosti ponudimo slične projekte.

#### Dvopredmetni projekat u 5. semestru

Drugi projekat realizovan je za studente treće godine studija (od četiri), 5. semestra, tokom zimskog semestra 2019. godine. Projektni zadatak odnosio se na dva obavezna predmeta, Telekomunikacije 2 (predavači Goran Marković, Kristina Josifović) i Obrada signala 1 (predavači Jelena Čertić, Miloš Bjelić). Premda su predmeti obavezni, sam projekat je izborni. Predmet Obrada signala 1 može da se uzme kao zamena za (obavezni) praktični rad vezan za implementaciju algoritama digitalne obrade signala u MATLAB/Octave. U predmetu Telekomunikacije 2 rezultat projekta može da poboljša ukupnu ocenu. Tema projekta bila je simulacija telekomunikacionog sistema zasnovanog na QPSK modulaciji. Simulacioni model su u potpunosti objasnili i delom razvili nastavnici. Projekat je odabralo oko 20 % studenata. Studenti su takođe imali mogućnost da svoje rešenje primene pomoću softverski definisane radio (SDR) platforme (ADALM Pluto – donirala kompanija Analog Devices), a dve projektne grupe su se za to odlučile.

#### *Naučene lekcije*

Studenti su naveli da im je projekat pomogao da bolje razumeju ukupnu hijerarhiju telekomunikacionog sistema i ulogu osnovne obrade signala u telekomunikacionom sistemu. Nadalje, studenti poboljšavaju svoju perspektivu modula telekomunikacija i informacione tehnologije kao obuhvatnog modula, a ne samo kao gomilu različitih predmeta. Planiramo da ovu vrstu projekata redovno nudimo, za sada kao neobavezni zadatak.

## 8. Zaključci

U okviru deliverable D3.1 „Razvoj modernizovanih nastavnih metodologija“, koja se odnosi na usvajanje novih metoda učenja/podučavanja, predstavljen je širok spektar različitih inovativnih nastavnih metodologija koje mogu da se koriste za modernizaciju postojećih univerzitetskih kurikuluma u oblasti telekomunikacionog inženjerstva. Nakon analize prednosti i nedostataka predstavljenih metoda, članovi konzorcijuma su, koristeći lično nedavno stečeno iskustvo sa inovacijama u visokom obrazovanju u oblasti telekomunikacionog inženjerstva, odabrali smanjeni broj metoda koje će se implementirati u nekoliko kurseva u okviru modernizovanih studijskih programa telekomunikacija na njihovim univerzitetima. U nekim slučajevima će projektni partneri započeti sa uvođenjem novih praksi u postojeće kurseve, dok će se u drugim slučajevima organizovati novi kursevi, koji će biti u potpunosti zasnovani na odabranim inovativnim metodama ili predstavljati odabranu inovativnu metodu kao jednu od svojih glavnih komponenti (to je, u određenoj meri, uslovljeno ciklusima akreditacije koji se razlikuju od jednog do drugog projektnog partnera).

Odabrane metode u najvećoj meri uključuju:

- Uvođenje **studentskih takmičenja** ili hakatona kao važan dodatak redovnim kurikularnim aktivnostima, i uopšte, uvođenje takmičarskog elementa u studentsku interakciju, kao i evaluaciju njihovih rezultata – očekuje se da će to povećati samopouzdanje studenata da će u budućnosti da budu u stanju da prevaziđu slične izazove, doprineti sticanju veština koje se redovno ne stižu standardnim nastavnim metodama i pomoći studentima da uvide prednosti učestvovanja u timskom radu. Ova metoda takođe otvara interesantne perspektive za saradnju sa industrijom, koja bi mogla da ima važnu ulogu u definisanju izazova, ocenjivanju rezultata i uspostavljanju veza sa budućim zaposlenima, dajući im jasniju sliku o tome što će se od njih očekivati kada se pridruže konkurentnom tržištu rada. Kao konkretni koraci ka ovom cilju uspostavljeno je nekoliko takmičarskih timova, uključujući niz izuzetno motivisanih studenata, sa ciljem učestvovanja u predstojećim naučnim i tehnološkim izazovima poput Kupa za obradu signala IEEE.
- Uvođenje opštih **metoda učenja zasnovanih na projektima**, po mogućnosti uz ocenu rezultata kroz studentske prezentacije, što će poboljšati niz studentskih veština, uključujući sposobnost prepoznavanja da određeni model iz temeljne nauke odgovara određenoj situaciji u stvarnom životu, sposobnost primene poznatih algoritama za uspešno rešavanje datog problema ili sprovođenje istraživanja potrebnih za modifikaciju tih algoritama ili otkrivanje novih sa istim ciljem, sposobnost verbalnog predstavljanja rezultata i prevazilaženje anksioznosti povezane sa javnim izlaganjem, sposobnost odbrane svojih stavova sa odgovarajućom argumentacijom, čime razvijaju svoje opšte komunikacione veštine, posebno u domenu svoje buduće stručnosti.
- Uvođenje **blok kurseva** (OCAT – jedan po jedan kurs), metode usko povezane sa učenjem zasnovanom na projektima, a posebno korisne u kasnijim godinama studija, kada je najvažnije da studenti uspostave jasne veze između osnovnog znanja stečenog tokom ranijih godina, kao i praktičnih situacija u kojima se očekuje da će ovo osnovno znanje da bude korisno; ova metoda je takođe posebno pogodna za inženjerske kurseve jer omogućava efikasnu

kombinaciju predavanja i laboratorijskih sesija (npr. ujutro i popodne). Još jedna prednost ovog pristupa je u tome što sprečava studente da ih ometaju druge teme dok je kurs u toku.

- Uvođenje **učenja na daljinu**, kao metode koja može da se koristi kao pomoćno sredstvo i za izvođenje kurseva ili za evaluaciju rezultata studenata; ovaj pristup uključuje niz različitih metoda koje uspostavljaju interakciju između nastavnika i studenata u većoj ili manjoj meri, koristeći različite komunikacione modalitete. Nepredviđeni faktor uvođenja ove metode jeste da se zbog tekuće zdravstvene krize u svetu do sredine 2020. godine očekuje da će se skoro svi procesi podučavanja/učenja u zemljama učesnicama projekta (kao i širom sveta) izvršavati na daljinu. Ovaj faktor je ubrzao uvođenje učenja na daljinu, što je rezultiralo stvaranjem velikog repozitorijuma materijala za učenje (poput video-prezentacija), koji će biti upotrebljiv i u budućnosti.

Uvođenje svih ovih metoda u nastavne planove i programe visokoškolskih ustanova koje učestvuju u projektu BENEFIT u velikoj meri će olakšati postojanje 6 laboratorija uspostavljenih u okviru projekta, zajedno sa univerzitetima koji učestvuju i njihovim partnerima iz industrije:

- Univerzitet u Banjoj Luci: „Laboratorija za obradu signala u telekomunikacijama” u saradnji sa kompanijama Bicom i AlfaNum;
- Univerzitet u Sarajevu: „Laboratorija za telekomunikacije” u saradnji sa BIT Centrom;
- Univerzitet u Tuzli: „Laboratorija za VoIP usluge” u saradnji sa kompanijom Bicom i BIT Centrom;
- Univerzitet u Beogradu: „Laboratorija za mreže i IoT” u saradnji sa kompanijom CISCO;
- Univerzitet u Nišu: „Laboratorija za komunikaciju mašine sa mašinom” u saradnji sa kompanijom NiCAT;
- Univerzitet u Novom Sadu: „Laboratorija za bežične komunikacije i obradu informacija” u saradnji sa RT-RK-om i kompanijom Saga.

Detaljnije opisano u D3.2 „Stvaranje 6 zajedničkih univerzitetsko-industrijskih laboratorija”.

Deliverabla D3.1, „Razvoj modernizovanih nastavnih metodologija” predstavlja odgovor projektnih partnera na potrebu za novom vrstom nastavnog programa koji bi sa jedne strane trebao da pokriva fundamentalne teme, a sa druge strane da takođe pruži dovoljno resursa i intelektualnih podsticaja da studenti shvate trenutno stanje tehnike u oblasti telekomunikacija i pruži im motivaciju za naporan rad neophodan za sticanje stručnosti u toj oblasti i konkurentnosti na tržištu rada. Nadalje, sa sve većim značajem intelektualne svojine i inovacija, zadatak visokog obrazovanja je stvoriti buduće zaposlene sa dobrim idejama, sa veštinama koje se obično ne stižu tokom standardnog univerzitetskog obrazovanja, i što je najvažnije, sa sposobnošću da efikasno koriste stečeno znanje za uspešno rešavanje bilo kog datog problema.

## 9. Literatura

- Bekkers, R., & Bombaerts, G. (2017). Introducing Broad Skills in Higher Engineering Education: The Patents and Standards Courses at Eindhoven University of Technology. *Technology & Innovation, 19*, 493-507.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House, 83*, 39-43.
- Brown Wright, G. (2011). Student-centered learning in higher education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 23*, 92-97.
- Bruner, R. F. (2003). Socrates' muse: Reflections on effective case discussion leadership.
- Burns, M. (2011). *Distance Education for Teacher Training: Modes, Models and Methods*. Izvor: <http://idd.edc.org/sites/idd.edc.org/files/Distance%20Education%20for%20Teacher%20Training%20by%20Mary%20Burns%20EDC.pdf>
- Delić, V., Mišković, D., Suzić, S., Delić, T., Popović, Jakovljević, N., & Sečujski, M. (2019, 2). Central Audio Library of the University of Novi Sad (in Serbian). *XXV Skup Trendovi razvoja: "Kvalitet visokog obrazovanja"*. Kopaonik: Faculty of Technical Sciences.
- E-learning methodologies - A guide for designing and developing e-learning courses.* (2011). Pristupljeno from <http://www.fao.org/3/i2516e/i2516e.pdf>
- Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. (2008). *A handbook for teaching and learning in higher education: Enhancing academic practice*. Routledge.
- Galusha, J. M. (n.d.). *Barriers to Learning in Distance Education*. Izvor: <https://web.archive.org/web/20000229041104/http://www.infrastruction.com/barriers.htm>
- Garrote Jurado, R. &.-G. (2014). Classification of the Features in Learning Management Systems. *XVII Scientific Convention on Engineering and Architecture*. Havana, Cuba.
- Guthrie, R., & Carlin, A. (2004). Waking the dead: Using interactive technology to engage passive listeners in the classroom. *AMCIS 2004 Proceedings, 358*.
- <http://3dgame.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <http://blogs.worldbank.org/edutech/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <http://blogs.worldbank.org/edutech/iri>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <http://ftp.edtechreview.in/trends-insights/trends/2606-educational-social-networks>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- [https://docs.moodle.org/36/en/About\\_Moodle#All-in-one\\_learning\\_platform](https://docs.moodle.org/36/en/About_Moodle#All-in-one_learning_platform). (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://ed.ted.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Blended\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Blended_learning). (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Blog>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Distance\\_education](https://en.wikipedia.org/wiki/Distance_education). (n.d.). Pristupljeno 2019.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Educational\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_technology). (n.d.). Pristupljeno 2019.
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_portfolio](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_portfolio). (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://en.wikipedia.org/wiki/M-learning>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Screencast>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://moodle.org/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://open.edx.org/about-open-edx/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://secondlife.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- [https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/?\\_ga=2.73346323.106813785.1551566905-2102080725.1551566905](https://teach.com/what/teachers-know/teaching-methods/?_ga=2.73346323.106813785.1551566905-2102080725.1551566905). (2019).
- <https://telepresencerobots.com/robots/kubi>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://www.classcraft.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://www.coursera.org/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://www.doublerobotics.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://www.revolverobotics.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://www.rezzly.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.



- <https://www.udacity.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- Jayashree, R. (2017, 11). A Study on Innovative Teaching Learning Methods for Undergraduate Students. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 6, 32-34.
- Jordan, K. (2014). Initial trends in enrolment and completion of massive open online courses. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15.
- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer.
- Lever-Duffy, J., & McDonald, J. B. (March 2007). *Teaching and Learning with Technology*. Addison-Wesley.
- Lillejord, S., Børte, K., Nesje, K., & Ruud, E. (2018). *Learning and teaching with technology in higher education -- a systematic review*. Tech. rep., Oslo: Knowledge Center for Education.
- Magoha, P. W. (2002). Effective methods and tools for training engineers and technologists: regional trends. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 1, 209-215.
- Mommers, J., Schellings, G. L., & Beijgaard, D. (2015). Growing as a teacher: workshops for stimulating professional identity development in education.
- Moran, M., Seaman, J., & Tinti-Kane, H. (2011). Teaching, Learning, and Sharing: How Today's Higher Education Faculty Use Social Media. *Babson Survey Research Group*.
- Mumtaz, S., & Latif, R. (2017). Learning through debate during problem-based learning: an active learning strategy. *Advances in physiology education*, 41, 390-394.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Östlund, B. (n.d.). *Stress, disruption and community — Adult learners' experiences of obstacles and opportunities in distance education*. Izvor: <http://www.eurodl.org/index.php?p=&sp=full&article=179>
- Patil, S. A., & Prasad, S. R. (2016). Innovative Methods of Teaching & Learning Electronics Engineering. *Journal of Engineering Education Transformations*.
- Seery, M. K. (2010). Using pre-lecture resources in your teaching: A short guide. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 3, 1-3.
- Taneja, M. P., Safapour, M. E., & Kermanshachi, S. (2018, 6). Innovative Higher Education Teaching and Learning Techniques: Implementation Trends and Assessment Approaches. *ASEE Conference & Exposition*, (p. 23998).
- Trujillo-Aguilera, D., Sotorrio Ruiz, P. J., Pozo Ruz, A., Vegas, M.n., & Javier, F. (2015). A new challenge in the Electronics teaching/learning process for the Industrial Design Engineering Bachelor. An interactive educational tutorial. *EDUCON - Global Engineering Education Conference*. Izvor: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/9312>
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom: Online instruction at home frees class time for learning. *Education next*, 12, 82-84.
- Watteyne, T., Tuset-Peiro, P., Vilajosana, X., Pollin, S., & Krishnamachari, B. (2017). Teaching communication technologies and standards for the industrial IoT? Use 6TiSCH! *IEEE Communications Magazine*, 55, 132-137.
- World Bank Group. (February 2015). *Expanding Access to Early Childhood Development USING INTERACTIVE AUDIO INSTRUCTION*. Izvor: <https://www.earlychildhoodworkforce.org/download/file/fid/127>
- Zaidieh, A. J. (2012). The use of social networking in education: Challenges and opportunities. *World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT)*, 2, 18-21.
- Schaller, C.G. and Hadgraft, R. (2013.) "Developing student teamwork and communication skills using multi-course project-based learning," u Proc. AAEE Konf., Decembar 2013., str. 1.–10.