



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Projekt:	Jačanje profila telekomunikacionog inženjera da se zadovolje potrebe modernog 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 moderniziranih 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 odobrenje sadržaja, koji odražava isključivo stavove autora, i Komisija ne može biti odgovorna za bilo kakvu upotrebu informacija sadržanih u njoj.“

Isporučivi podaci	Radni paket i ref. br. ishoda	WP3 D3.1
	Naslov	Razvoj moderniziranih nastavnih metodologija
	Tip	<input checked="" type="checkbox"/> Nastavni materijal <input type="checkbox"/> Događaj <input checked="" type="checkbox"/> Materijal za učenje <input checked="" type="checkbox"/> Izvještaj <input checked="" type="checkbox"/> Materijal za obuku <input checked="" type="checkbox"/> Usluga / proizvod
	Opis	Izvještaj opisuje niz odabranih novih i inovativnih nastavnih metodologija. Posebna pažnja bila je usmjerena na metode učenja/podučavanja koje uključuju industrijske partnere koji potiču kreativnost, inovacije i poduzetništvo studenata. Opisane su nove metode učenja/podučavanja zasnovane na studentskim takmičenjima, studentskim izazovima i hakatonima.
	Datum	14.4.2020.
	Jezik	Engleski i srpski (bosanski/hrvatski)
Ciljane 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, Svjetska banka, organi visokog obrazovanja na zapadnom Balkanu	
Nivo diseminacije	<input type="checkbox"/> Odsjek / 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 informacione i komunikacione tehnologije (IKT) u nastavi (vođa zadatka: UNS). T3.3: Razvoj inovativnih metoda obuke koji 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 promjene
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 odjeljak 3 i odjeljak 4
03	31.12.2019.	Sve	Sve	Odjeljak 3 i Odjeljak 4
04	20.3.2020.	D. Vukobratović, I. Kaštelan	UNS, RT-RK	Odjeljak 5 i Odjeljak 6
05	31.3.2020.	M. Narandžić, V. Delić, M. Sečujski	UNS	Odjeljak 4, Odjeljak 2 i Zaključak
06	10.4.2020.	G. Marković, J. Čertić, M. Koprivica	UB	Odjeljak 4
07	14.4.2020.	A. Tonello, M. Zajc, D. Žagar	UNI-KLU, UL, FERIT	Vanjska provjera revizije
izdanje 1.	1.9.2020.			
izdanje 2. prevod	10.2.2021.		Sinonim d.o.o.	Prevod na bosanski sa engleskog

Sadržaj

1. Uvod	6
2. Ciljevi deliverabli	7
3. Pregled inovativnih nastavnih metodologija.....	8
Nastavne metodologije usmjerene na studente.....	9
3.2.1. Obrazovanje usmjereno na studenta.....	9
3.2.2. Preokrenuta ili obrnuta predavaonica	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.....	10
3.2.7. Nastavne radionice.....	10
Nastavne metodologije usmjerene na aktivnosti.....	11
3.2.8. Aktivno učenje.....	11
3.2.9. Nastava u vezi s istraživanjem.....	11
3.2.10. Učenje zasnovano na projektu	11
3.2.11. Višepredmetno učenje zasnovano na projektu	12
3.2.12. Nastava putem vršnjačkih grupa/timova (saradnička 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	14
3.2.21. Predavanje praćenjem procesa standardizacije (učenje putem eksperimenata s otvorenom hardverskom i softverskom testnom pplatformom).....	15
3.2.22. Podučavanje osnova kroz primjere vezane za zanimanje.....	15
Nastavne metodologije usmjerene na tehnologiju.....	16
3.2.23. Kursevi na mreži (video predavanja).....	16
3.2.24. Podrška u nastavi putem web lokacija i društvenih mreža	16
3.2.25. Metoda učenja/podučavanja zasnovana na audio biblioteci	16
3.2.26. Inženjerski eksperimenti zasnovani na mreži.....	17
3.2.27. Podučavanje kroz igre (gamifikacija).....	17
4. Pregled platformi i alata koji se koriste za nastavu.....	19
Interaktivni vodič za elektroniku	19

Multimedijski sadržaj	19
Simulacioni softver	19
Virtuelna/proširena stvarnost	19
Alat za e-učenje	20
Terminologija i slučajevi upotrebe	20
Komponente e-učenja	21
Alati za teleprisutnost.....	22
Alati za saradničko učenje	22
Sadržaj e-učenja	23
UNS: Primijenjeni 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	27
7. Dvopredmetno učenje zasnovano na projektima: pilot projekti	28
8. Zaključci	30
9. Literatura	32

1. Uvod

Deliverabla D3.1 „Razvoj moderniziranih nastavnih metodologija“ izvještava o rezultatima aktivnosti radnog paketa WP3 povezanih s usvajanjem novih metoda učenja/poučavanja. S tim ciljem projektni partneri bili su uključeni u niz projektnih aktivnosti, uključujući radionice, diskusione panele i međusobne posjete, koji su nastavnom osoblju visokoškolskih ustanova na zapadnom Balkanu pružili priliku da savladaju nove i inovativne nastavne metode, napredna laboratorijska rješenja, razvoj zajedničkih akademskih/industrijskih nastavnih metodologija, upotrebu e-alata, mrežnih kurseva, društvenih mreža, platformi zasnovanih na oblaku itd. U razvoju moderniziranih nastavnih metodologija posebna pažnja je posvećena nastavnim metodologijama koje uključuju aktivno učešće industrijskih partnera. Analizirana je literatura koja se odnosi na inovativne nastavne aktivnosti koje potiču kreativnost, inovacije i poduzetništvo, a za usporedbu su analizirane konvencionalne i nekonvencionalne nastavne prakse, uključujući predavanja i ispitivanja kroz projektne zadatke, provedbene/razvojne izazove hakatone (tematski studentski izazovi) i timska takmičenja, a sve će se to pripremiti u saradnji sa industrijskim partnerima.

Motivacija za modernizaciju nastavnih metodologija uglavnom dolazi iz utvrđenih ograničenja tradicionalnih metoda poučavanja/učenja, uključujući prije svega sljedeće:

- Tradicionalno predavanje u predavaonici pomoću table, krede i razgovora obično je „jednosmjerni tok“ informacija i ne uključuje polaznike u aktivno učešće.
- S druge strane, nedostatak povratnih informacija od studenata može postepeno smanjiti nastavnikovo očekivanje takvih povratnih informacija, a predavanja se mogu pretvoriti u dugačke i zamorne monologe.
- Radi efikasnosti, materijali za nastavu često su ograničeni na unaprijed pripremljena predavanja i udžbenike, što ograničava kreativnost studenata u pribavljanju i prepoznavanju prikladne literature za njihove zadatke.
- Nedostatak angažmana i nedostatak podsticaja za sticanje aktivnog znanja kod studenata mogu se pretvoriti u lažno uvjerenje da bi trebalo biti dovoljno prisustvo na predavanju da bi se od njega postigli puni efekti.
- Može se posvetiti previše fokusa teoriji, a veza sa znanjem iz stvarnog života može se izgubiti, što dodatno demoralizira polaznike.
- Trenutni obrazovni sistem daje previše važnosti vještinama pamćenja studenata i nije dovoljno zainteresovan za njihovo razumijevanje stečenog znanja i sposobnosti da ga primijene na praktični problem.
- Nastavnici su također manje motivisani da daju primjere iz stvarnog života u kojima se stečeno znanje može efikasno primijeniti, što smanjuje sposobnost studenta da prepozna da određena stvarna životna situacija „odgovara“ modelu naučenom na predavanjima.
- Obrazovni sistem je usmjeren na ocjene, a ne na znanje, jer diplomiranog studenta ocjenjuje prvenstveno kroz njegov prosjek ocjena, umjesto da osigurava sposobnost studenta da riješi širok spektar praktičnih problema i ima zdravu osnovu za buduće obrazovanje u uskom polju van specijalizacije.

Ipak, mora se spomenuti da moderni kursevi u visokom obrazovanju obično trebaju balansirati između ograničenih vremenskih resursa i povećane količine znanja o određenoj temi. To je posebno tačno u slučaju primijenjenih i inženjerskih disciplina, gdje je tempo tehnološkog razvoja mnogo veći nego što je bio samo nekoliko decenija prije. Stoga se može zaključiti da postoji potreba za novom vrstom nastavnog programa koji bi s jedne strane trebao obuhvatiti glavne teme, a s druge strane pružiti dovoljno resursa i intelektualnih podsticaja studentima da shvate trenutno stanje tehnike i dati im čvrstu motivaciju za naporan rad neophodan da bi postali stručnjaci u toj oblasti. Nadalje, s obzirom da inovacije i intelektualno vlasništvo nikada nisu bili važniji, zaposlenik s dobrim idejama izuzetno se cijeni. Zadatak je obrazovnog sistema da razvije pojedinca sa idejama, a ne pojedinca sposobnog za reprodukciju znanja, razumijevajući ga na nivou koji je nedovoljan za njegovu efikasnu upotrebu.

Rezultati deliverable D3.1 koristit će se za modernizaciju nastavnih metodologija i na novim i na moderniziranim 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 komunikacije mašine s mašinom“ u saradnji sa kompanijom NiCAT;
- Univerzitet u Novom Sadu: „Laboratorija za bežične komunikacije i obradu informacija“ u saradnji sa RT-RK-om i Sagom.

Detaljniji izvještaj u vezi sa šest zajedničkih laboratorija dat je u D3.2 „Stvaranje 6 zajedničkih univerzitetsko-industrijskih laboratorija“, koja će stečenu opremu i uspostavljene objekte opisati kao direktan doprinos cilju projekta G2 „Nadogradnja laboratorijske infrastrukture kroz razvoj novih tematskih zajedničkih laboratorija industrije i akademske zajednice“ (slika 1).

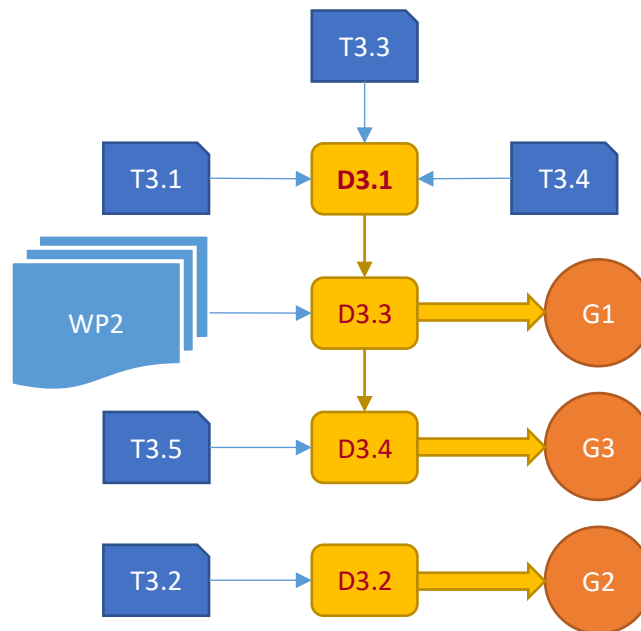
Deliverable D3.1 kao izvještaj organizirana je u osam odjeljaka. Nakon Uvoda, Odjeljak 2 prikazuje i ciljeve deliverable D3.1 i odnose sa pet zadataka radnog paketa WP3, kao i veze sa drugim radnim paketima i ukupno njihov doprinos za tri glavna projektna cilja. Odjeljak 3 daje pregled inovativnih nastavnih metodologija koje se mogu usvojiti kao nove/zanimljive metode podučavanja/učenja za kurseve na studijskim programima za telekomunikaciono inženjerstvo na šest univerziteta u Srbiji, kao i u Bosni i Hercegovini. Odjeljak 4 daje 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 Odjeljku 5, dok je studija slučaja kursa zasnovanog na blokovima predložena u Odjeljku 6, kao inovativna metoda obuke koja uključuje industriju. Sažetak i glavni zaključci izvedeni su u Odjeljku 7. Posljednji Odjeljak 8 sadrži listu literature sa više detalja u vezi sa odabranim nastavnim metodologijama koje su usvojene za modernizirane i nove kurseve uvedene u studijske programe na šest univerziteta na zapadnom Balkanu koji sudjeluju u projektu BENEFIT.

2. Ciljevi deliverabli

Identifikacija modernih nastavnih metodologija bila je prva aktivnost u radnom paketu WP3. One će se razmotriti u projektu i uvesti u odabrani broj novih i moderniziranih kurseva na šest visokoškolskih ustanova na zapadnom Balkanu. Kursevi su odabrani iz različitih oblasti znanja koja pokriva baza znanja telekomunikacionog inženjerstva kako je definirano u radnom paketu WP2. Za odabrane kurseve koji se šire po oblastima znanja usvojiti će se niz inovativnih metodologija poučavanja i alata za mrežno/e-učenje.

Glavni cilj ove deliverable bio je utvrditi upravljiv skup inovativnih nastavnih tehnologija pogodnih za upotrebu na odabranim kursevima moderniziranih studijskih programa u oblasti telekomunikacionog inženjerstva. Naime, najsavremenija literatura nudi izuzetno širok i raznolik spektar tehnologija podučavanja/učenja, od obrnutih predavaonica do studentskih izazova i takmičenja. Cilj deliverable bio je usredotočiti se na one koji su posebno pogodni za provedbu u kontekstu projekta BENEFIT, te zajedno sa ostalim radnim paketima i aktivnostima dati doprinos trima glavnim projektnim ciljevima.

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 trima glavnim projektnim ciljevima

Deliverabla D3.1 „Razvoj moderniziranih nastavnih metodologija“ rezultat je triju zadataka radnog paketa WP3:

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

Njihovi naslovi pokazuju fokus na razvoj zajedničkih akademskih/industrijskih metodologija nastave i metoda učenja/podučavanja koje stimuliraju kreativnost i aktivno učešće studenata.

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

Sljedeći odjeljci detaljnije opisuju modernizirane nastavne metodologije.

3. Pregled inovativnih nastavnih metodologija

Identificirali smo gotovo 30 inovativnih metodologija poučavanja, tj. novih/zanimljivih metoda podučavanja/učenja koje se mogu usvojiti za kurseve na studijskim programima za telekomunikaciono inženjerstvo. U ovom su dijelu ukratko predstavljene najprikladnije i najpogodnije metodologije poučavanja dostupne u literaturi. Podijeljene su u tri skupine nastavnih metodologija usmjerenih na studenta, aktivnosti ili tehnologiju.

Tabela 1. *Lista predloženih inovativnih nastavnih metodologija*

Nastavne metodologije usmjerene na studente:	Nastavne metodologije usmjerene na aktivnosti:
1) Obrazovanje usmjereno na studenta	8) Aktivno učenje
2) Preokrenuta ili obrnuta predavaonica	9) Nastava u vezi s istraživanjem
3) Nastava putem studentskih takmičenja	10) Učenje zasnovano na projektu
4) Predavanje kroz debatu	11) Nastava putemvršnjačkih grupa/timova (saradnička)
5) Metoda slučaja	12) Učenje zasnovano na radu
6) Brainstorming	13) Samostalno učenje
7) Nastavne radionice	14) Kreativni zadaci
	15) Učenje zasnovano na pripremi za predavanje
Nastavne metodologije usmjerene na tehnologiju:	16) Učenje zasnovano na znatiželji
22) Kursevi na mreži (video predavanja)	17) Pristup od Z do A
23) Podrška u nastavi putem web lokacija 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 zasnovani na mreži	20) Podučavanje praćenjem postupka standardizacije
26) Podučavanje kroz igre (gamifikacija)	21) Podučavanje osnova kroz primjere vezane za zanimanje

Nastavne metodologije usmjerene na studente

3.2.1. Obrazovanje usmjereno na studenta

U obrazovanju usmjerenom na studenta studenti biraju što će naučiti, kako će učiti i kako će procijeniti vlastito učenje. Na taj način studenti postaju odgovorniji za vlastiti put učenja, a proces učenja postaje entuzijastičan. Ova se nastavna metodologija pokazala efikasnom u visokom obrazovanju (Brown Wright, 2011). Na taj način studenti postaju motiviraniji i informacije iz discipline stavljaju u širi kontekst. Osim sticanja znanja o određenoj temi, studenti stiču vještine cjeloživotnog učenja koje će im pomoći da budu spremniji za inženjerske probleme u budućnosti i za konkurentno tržište rada. U ovom scenariju nastavnik postaje voditelj koji studentu treba pokazati kako da najefikasnije nauči određeni predmet.

3.2.2. Preokrenuta ili obrnuta predavaonica

Preokrenuta ili obrnuta predavaonica pedagoški je pristup u kojem su obrnute standardne uloge u predavaonici: studenti preuzimaju ulogu predavača dok predavač sjedi u predavaonici i sluša predavanja studenata (Tucker, 2012). Studenti unaprijed dobijaju uputstva i zadatke u obliku zadataka za čitanje ili video predavanja i pripremaju odgovarajući prezentacijski materijal za predavača i kolege studente.

Preokrenuta predavaonica pogodna je za izvođenje manjeg dijela predavanja ili vježbi. Korisna je za studente jer im pruža priliku da se predstave pred publikom i tako poboljšaju svoje prezentacijske vještine. Mnoga istraživanja pokazuju da značajan procenat studenata ima jak strah i nelagodu kada javno izlažu, a u prevazilaženju ovih prepreka obično pomaže praksa. Stoga je vrlo važno izlagati studente javnim prezentacijama mnogo ranije nego npr. za odbranu diplomskog rada. Metodološki se preporučuje da predavač kursa pokrije osnovne teme koristeći standardni pristup predavanju, a zatim koristi obrnutu predavaonicu 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 predmetni projekti osmišljeni tako

da se studenti međusobno takmiče, bilo pojedinačno ili u malim grupama. Jedna od mogućih opcija za uvođenje takmičenja u kursu jeste da tokom faze realizacije projekta svi studenti (ili grupe) realiziraju isti projekt. Drugim riječima, kurs će imati nekoliko timova koji samostalno rade na istom problemu, tako da se konačni rezultati mogu uporediti i tako da predavač kursa može uspostaviti jasnu i objektivnu razliku u efikasnosti različitih studenata/timova. Ova metodologija je obično vrlo motivirajuća za studente i vrlo je korisno oponašanje stvarnog rješavanja problema, pri čemu uspjeh rješavanja problema ovisi ne samo o tome koliko dobro student rješava problem, već i o kvaliteti drugih dostupnih rješenja.

3.2.4. Predavanje kroz debatu

Predavanje kroz debatu vrlo je slično metodologiji podučavanja putem takmičenja sa istim projektom zadatkom, osnovna je razlika u tome što takmičarske skupine međusobno pregledavaju projektno rješenje i raspravljaju o rješenju. Nakon završetka postupka pregleda predavač organizira debatu, na kojoj studentske grupe iznose argumente za svoja predložena rješenja. Ova tehnika učenja doprinosi poboljšanju vještina argumentacije, timskom radu među studentima i razvoju sposobnosti prihvatanja različitih mišljenja (Mumtaz & Latif, 2017).

3.2.5. Metoda slučaja

Metoda slučaja participativni je način učenja zasnovan na diskusiji, gdje se studentima prezentira stvarni problem (slučaj) i stavlja ih se u ulogu donositelja odluke koji treba ponuditi rješenje za predstavljeni problem, imajući na umu sve potencijalne kompromise. Kroz diskusije svih prisutnih, od studenata se očekuje da zajednički raščlanjuju i razvrstavaju date informacije, donose zaključke pozivajući se na relevantnu teoriju i na kraju iznose moguća rješenja sa prednostima i nedostacima svakog (Bruner, 2003). Očekuje se da će stvarna priroda slučaja izazvati zanimanje i pozvati na primjenu apstraktnih koncepata i teorije u praksi, što promiče kontekstualno učenje i dugoročno zadržavanje. Nadalje, ovaj način učenja izuzetno je efektan: primjenjuje aktivno učenje i uključuje samootkrivanje, razvijajući tako u studentima samopouzdanje da će u budućnosti moći riješiti sličan problem (izvan „zidova predavaonice“). Konačno, kroz diskusije koje nastaju u analizi postavljenog problema studenti razvijaju sposobnost da problem vide iz različitih perspektiva, ali i da opravdaju svoja predložena rješenja. Stoga stječu vještine kritičkog mišljenja, učinkovite komunikacije i donošenja odluka, koje su važne za bilo koju inženjersku profesiju, gdje se često javljaju kompromisni izazovi, pa je stoga važno biti u mogućnosti riješiti ih ispravno i uz valjana opravdanja.

3.2.6. Brainstorming

Brainstorming (Patil & Prasad, 2016) je tehnika namijenjena generiranju velikog broja ideja. Tehniku je osmislio Alex Faickney Osborn, a poslovni menadžeri su je široko koristili za generiranje ideja i pronalaženje kreativnih načina rješavanja upravljačkih kriza (Osborn, 1953). Trenutno se ova tehnika intenzivno koristi za podučavanje/učenje. Brainstorming uključuje uporabu različitih tehnika poput rješavanja problema, izrade modela i pojednostavljenja. Postoje dvije vrste brainstorminga (na temelju broja sudionika): individualni i grupni. Individualni brainstorming uključuje dodjelu teme zadatka i traženje od ljudi da rade na njemu individualno. Individualne ideje se zatim konsolidiraju. Sa druge strane, u grupnom brainstormingu za spomenuti zadatak se formiraju grupe koje se sastoje od nekoliko sudionika.

3.2.7. Nastavne radionice

Nastavne radionice omogućavaju nastavnicima da stvore atmosferu usmjerenu na studenta i angažuju aktivno učenje. Radionice mogu pomoći studentima da nauče saradivati i komunicirati (Mommers, Schellings, & Beijaard, 2015). Na kraju i sam grupni proces može postati alat za učenje. Sudjelovanje u nastavi može pomoći studentima da nauče uspješnu saradnju i učinkovite tehnike dijeljenja zadataka, interpersonalne vještine, vještine slušanja i vještine verbalne komunikacije. Sinergija koja može proizaći iz grupnih diskusija često dovodi do kvalitetnijeg rješenja problema od individualnog pristupa. Radionica mora biti pažljivo promišljena, s jasnim ciljevima učenja. Zadaće i materijal za čitanje

studentima treba osigurati unaprijed. Tokom radionice aktivnosti se trebaju mijenjati, kao i tempo prezentacija, kako bi se osigurala pažnja i interakcija sudionika. Na kraju radionice treba sažeti i dobiti povratne informacije od sudionika. Kad je moguće, radionice bi trebale promicati interdisciplinarnost, omogućiti promatranje istog problema iz drugih perspektiva, pošto su više konstruktivne nego konkurentne.

Nastavne metodologije usmjerene na aktivnosti

3.2.8. Aktivno učenje

Aktivno učenje omogućuje studentima da budu puno angažovaniji u svom učenju. Aktivno učenje ne podrazumijeva fiksni skup aktivnosti, već nudi drugi pristup nastavnom procesu. Uključuje bilo koju aktivnost koja potiče studente da aktivno i angažovano sudjeluju u procesu učenja unutar predavaonice, kao što su: grupne diskusije, studentske prezentacije, eksperimenti, kvizovi, rješavanje problema, igranje uloga itd. U laboratorijama studenti mogu preuzeti aktivnu ulogu odgovornosti za dio procesa koji zahtijevaju kombiniranje njihovog znanja, identifikaciju i realizaciju zadataka koje treba postići (npr. postavljanje uvjeta za prikupljanje signala, stvaranje procesnih kanala itd.) (Guthrie & Carlin, 2004). Postajući aktivni sudionici u predavaonici, studenti grade znanje kroz vlastita iskustva. Aktivno učenje može pomoći studentima da dublje razumiju temu nego pasivnim slušanjem predavača ili čitanjem udžbenika. Za predavača aktivno učenje pruža više mogućnosti interakcije sa studentima.

3.2.9. Nastava u vezi s istraživanjem

Nastava u vezi s istraživanjem (eng. *Research-Related Teaching* – RRT) odnosi se na obrazovni pristup u kojem studenti uče kroz istraživanje: oni doživljavaju učenje, stječu znanje i razvijaju vještine i kompetencije radeći sami. Idealan početak za ovu vrstu kurseva je u završnim godinama prvostupnika, dok su magistarski kursevi često najbolja pozicija za kurseve tipa RRT, pogotovo ako je predmet izborni (nije obavezan) i mogu ga odabrati studenti s interesima i vještinama usmjerenim na istraživanje. RRT se obično može oslanjati na unaprijed definirani skup istraživačkih projekata koji su namijenjeni svakoj realizaciji kursa (ti kursevi često imaju naslov: „Odabrane teme u ...“). Predavač održava nekoliko uvodnih predavanja koja će studentima približiti teme istraživačkog projekta kako bi imali dovoljno pozadine za odabir jedne od tema koja najbolje odgovara njihovim interesima. Nakon ove uvodne faze, studenti samostalno rade na realizaciji svojih individualnih projekata ili projekata u malim grupama. Student obično započinje sa zadacima čitanja, gdje se zahtijeva čitanje i razumijevanje odabira najnovijih istraživačkih radova usko povezanih s pojedinom temom projekta. Paralelno s čitanjem i razumijevanjem, student ima sedmične diskusije o pročitanom s predavačem. Zatim student prelazi na implementaciju, koja obično pretpostavlja pokušaje ponovnog stvaranja rezultata dobijenih u istraživanim radovima koji se analiziraju. Ovo nije važno samo za studenta kao mogućnost vježbanja vještina implementacije, već je ključno kao referenca na budući rad na projektu gdje će se od studenta tražiti da predloži/osmisli poboljšanja predloženog projekta i testira predložena rješenja u odnosu na stanje tehnike. U slučaju vrlo uspješnih i najambicioznijih projekata, studentu će se savjetovati da pripremi konferencijski rad, koji se može integrirati kao proširenje projekta i dodatni rad na diplomskom ili magistarskom radu. Stoga su kursevi tipa RRT obično pogodni kao uvod u izradu prvostupničkog ili magistarskog rada, gdje student koristi ovaj predmet za utvrđivanje snažnih 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 preusmjeren na razvoj, a ne na samo istraživanje. Takav kurs je pogodan za završnu prvostupničku godinu, kao i za magistarski kurs. Može se osmisliti slično kao i RRT kurs: 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 odabiru da rade na tim projektima bilo individualno ili u malim grupama. Cilj razvojnog projekta je npr. radni prototip, izvorni kod koji efikasno izvršava zadati algoritam, dio programiranog hardvera

(ugrađeni sistem, DSP, FPGA) itd. Idealno je da se ovi kursevi organiziraju u saradnji s industrijskim ekosustavom, gdje stručnjaci iz industrije predlažu i nadgledaju razvoj projekata.

3.2.11. Višepredmetno učenje zasnovano na projektu

Ova metoda je varijanta projektnog učenja ili podučavanja u vezi sa istraživanjima. Projektni zadatak je povezan s više predmeta (SchalleriHadgraft, 2013).

Izazovi ovog pristupa su: povećana potreba za odličnom komunikacijom i međusobnim razumijevanjem nastavnika različitih predmeta, odabir odgovarajućeg projektnog zadatka, odluka o odgovarajućoj težini projektnog zadatka prilikom izračuna ukupne ocjene svakog od predmeta, povećana potreba za konzultacijama.

Očekivane koristi ovog pristupa su: sve prednosti učenja zasnovanog na projektu ili problemu ili nastavom u vezi s istraživanjem, od studenata se očekuje da istovremeno sagledavaju određene teme s različitih gledišta te ih se podstiče da vide širu sliku područja svog studijskog programa ili modula umjesto učenja „predmet po predmet“ ili „temu po temu“.

3.2.12. Nastava putem vršnjačkih grupa/timova (saradnička nastava)

Ova se metodologija odnosi na nastavu u vezi s istraživanjem i učenje zasnovano na projektima, iako mnoge studije koriste ovaj naziv za širu metodologiju. Jedan od najvidljivijih pristupa vršnjačkom učenju proizlazi iz kognitivne psihologije i primjenjuje se u „mainstream“ obrazovnom okviru. „Vršnjačko učenje je obrazovna praksa u kojoj studenti komuniciraju s drugim studentima kako bi postigli obrazovne ciljeve.“ (Patil & Prasad, 2016) Praksa učenja u vršnjačkoj grupi (timu) popularno se naziva kooperativno ili saradničko učenje. Uključuje nastavnike koji rade u parovima i vode, podučavaju i mentoriraju grupe studenata (Jayashree, 2017).

3.2.13. Učenje zasnovano na radu

Program učenja zasnovanog na radu (eng. *work-based learning* – WBL) može se definirati kao proces prepoznavanja, stvaranja i primjene znanja kroz, za i na poslu koji čini dio (bodove) visokoškolskih kvalifikacija ili sve visokoškolske kvalifikacije (Fry, Ketteridge, & Marshall, 2008). Većina univerzitetskih odjeljenja WBL doživljava kao učenje *za* posao. To obično uključuje WBL koji redovni studenti dodiplomskih studija izvode kao dio praktičnog dijela svog studija i modula za radno iskustvo. Postoje izazovi za univerzitetske predavače u strukturiranju WBL-a u nastavni program i u njegovoj procjeni kao dijelu ukupne ocjene akademskog stepena. Idealno je da se sporazum o radnom okruženju za učenje uspostavlja u skladu s okvirom za procjenu kompetencije, a u nekim slučajevima radno okruženje donosi bodove. Period radnog iskustva može varirati od nekoliko mjeseci do cijele godine. Velika većina studenata reći će da su WBL aktivnosti poboljšale njihove generičke i lične prenosive vještine (npr. obavljanje više zadataka, rad pod pritiskom, komunikacija, kontrola vremena, interpersonalne i vještine refleksije). Takođe imaju priliku koristiti teoriju i primijeniti je na projekte iz stvarnog života. Predavači navode da je WBL važan za poboljšanje motivacije studenata, generičkog skupa vještina i specifičnih inženjerskih vještina, a to poslodavci prepoznaju nakon diplome.

Ključne faze u uspješnom programu zapošljavanja uključuju:

- Pronalaženje radnog okruženja;
- Partnerski rad – kompanija, univerzitet, student;
- Zdravlje i sigurnost;
- Priprema studenta (može biti korisno slušati predavanja industrijskih stručnjaka za regrutaciju i prezentacije karijernog osoblja i studenata koji se vraćaju iz industrije);
- Održavanje kontakta sa studentom (na radnom mjestu studente najbolje podržava posjeta akademskog osoblja).

Ocjenjivanje – studenti imaju najviše koristi od pozicije ako je formalni postupak ocjenjivanja jasan. Međutim, nova i inovativna priroda učenja zasnovanog na radu zahtijeva pronalaženje netradicionalnih sredstava za njegovo ocjenjivanje. Studenti moraju biti svjesni svog razvoja i treba ih poticati da procjenjuju vlastiti napredak. To se može procijeniti putem portfelja ili dnevnika ličnog razvoja. Mnogi studenti u industriji izvode projektne radove, a izvještaj o projektu može biti dio procjene.

3.2.14. Samostalno učenje

Samostalno učenje ili samoupravno učenje je učenje radi vlastitog znanja provođenjem istraživanja, čitanjem članaka i knjiga ili korištenjem drugih platformi. Prema provedenim studijama, zaključeno je da su studenti imali jaku želju za učenjem, te se od njih očekivalo da završe dodiplomski program i steknu radno iskustvo, dok je samoupravljanje imalo najnižu ocjenu, što ukazuje da su studenti imali problema s planiranjem i upravljanjem vremenom u sklopu svog studija (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018). Samostalno učenje je sastavni dio mnogih drugih metodologija, iako je u nekim studijama predstavljeno kao odvojena.

Jedna od prednosti nastavne metode samostalnog učenja odnosi se na mogućnost odabira područja studija i učenja u vlastitom prostoru prema individualnim rasporedima (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018). Studenti imaju privilegiju sami procijeniti svoj učinak, što im omogućuje da sami sebe ocijene, shvate gdje su pogriješili i poduzmu potrebne korake kako bi ispravili svoje greške. U nekim studijama student koji koristi ovu metodu naziva se misliocem i tvorcem znanja, a ne pasivnom osobom koja ovisi o znanju drugih. Važnost samoupravnog učenja stavljena je u tri konteksta: (1) samoupravno učenje na radnom mjestu, (2) samoupravno učenje za ličnu efikasnost i zadovoljstvo i (3) samoupravno učenje u formalnom okruženju za učenje. Uočeno je da uz primjenu pristupa samoupravnog učenja studenti uspješno uče i uživaju u osjećaju zadovoljstva s kursom i nastavnim pristupom (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018).

3.2.15. Kreativni zadaci

Većina nastavnih metoda zahtijeva veći napor nastavnika. To nije slučaj sa zadacima gdje je potreban značajan rad studenata. S 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 vrlo često studenti pokazuju veće zanimanje za neke određene teme u sklopu predmeta; stoga ova metoda može potaknuti radoznalost i kreativnost studenata. Prije svega, trebali bi kreirati vlastite zadatke prema interesovanju za neko određeno područje i temama vezanim za sadržaj predmeta. Na taj način oni će sebi odrediti zadatak koji će zahtijevati dodatna istraživanja, upoznavanje s dostupnom literaturom, istraživanje i stjecanje adekvatnog rješenja. Pored toga, studenti mogu predstaviti postignute rezultate koristeći se različitim kreativnim pristupima, kao što su skice, ilustracije, audio ili video zapisi, ali i standardnim alatima kao što su izvještaji, prezentacije i slični alati, što bi mogao biti moguć način za procjenu znanja. Više detalja o ovom pristupu možete pronaći u (Patil & Prasad, 2016).

3.2.16. Učenje zasnovano na pripremi za predavanja

Resursi dostupni prije predavanja (Seery, 2010) su bilo koja aktivnost koju bi student mogao obaviti u pripremi za predavanje. To može biti u obliku čitanja izvoda iz udžbenika ili Word dokumenta, preslušavanja podcasta, obavljanja mrežne aktivnosti ili ispunjavanja kviza. Međutim, ključni aspekt je da je aktivnost prije predavanja integrirana u dizajn modula i u samo predavanje, tako da mu student i predavač pripisuju osjećaj vrijednosti. Koncept aktivnosti prije predavanja naglašen je teorijom kognitivnog opterećenja koja opisuje kako studenti stječu 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 unutarnje opterećenje – obrada nepoznatog novog materijala i terminologije; vanjsko opterećenje – izdvajanje relevantnih informacija iz pruženih informacija; i dugoročno opterećenje – sticanje i integracija novog znanja i pohrana u dugoročnu memoriju. Resursi dostupni prije predavanja imaju za cilj smanjenje unutarnjeg opterećenja uvođenjem neke terminologije ili pojmova prije predavanja, tako da se studenti mogu upoznati s njima i omogućiti radnoj memoriji tokom predavanja da se koncentrira na integriranje ovih pojmova/konceptata u dugoročno pamćenje (dugoročno opterećenje).

Svrha je smanjiti opterećenje povezano sa samim predavanjem, pa bi resurs mogao uvesti neke ključne pojmove ili ideje, zatražiti od studenata da pregledaju nešto prije predavanja (o čemu će se kasnije raspravljati na predavanju) i/ili strukturirati pregled nekih ključnih pojmova iz prethodnog predavanja koji će biti korisni za predstojeće predavanje.

3.2.17. Učenje zasnovano na znatiželji

Radoznalost je svojstvena ljudima. Djeca uče kroz interakciju sa svijetom, ispitivanje okoline, izradu, testiranje i reviziju modela. To je glavna pokretačka snaga ciklusa kontinuiranog učenja. Na neki način je čak slična naučnoj metodi, gdje nakon promatranja fenomena slijedi formulacija hipoteze i njeno ispitivanje. Cilj ovog pristupa je oživjeti i stimulirati to prirodno postojeće ponašanje. To će studentima omogućiti da istražuju domen problema iznoseći vlastita zapažanja, kao i modele i koncepte koji mogu objasniti ta zapažanja. Ovi modeli i koncepti se zatim testiraju na novim podacima, doraduju i revidiraju. Uloga nastavnika je potaknuti radoznalost predlažući početne teme i probleme, 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) pokušava prvo objasniti aplikativni dio određenog koncepta. Nastavnik bi trebao objasniti primjenu određenog pojma prije predavanja teorema, definicija itd. o tom pojmu. Na primjer, u predmetu Elektroničke komunikacije, dok se predaje o radarskoj temi, prvo se mogu objasniti praktične primjene radara, što će stvoriti interes kod studenata, a zatim treba objasniti teoriju koja stoji iza toga.

3.2.19. Blok raspored

Pojam „blok raspored“ odnosi se na pohađanje jednog predavanja odjednom, cijeli dan, svaki dan, sve dok se ne obuhvati sav materijal u vezi s predmetom (ili dijelom 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, dijela studijskog programa Računarstvo i automatika.

Metodologija blok rasporeda sastoji se od kurseva koji se organiziraju u 3-sedmične (ili 4-sedmične, ovisno o kursu) blokove u kojima se studenti koncentriraju na jedan predmet tokom tog perioda – poznat i kao nastavna metodologija jedan po jedan kurs (eng. *One-course-at-a-time* – OCAAT). Postoji nekoliko varijanti blokovske organizacije, npr. 1–2 sedmice predavanja u kombinaciji sa laboratorijskim računarskim vježbama (predavanja se održavaju ujutro, dok se laboratorijske sesije održavaju popodne, svakog radnog dana); preostalo vrijeme se dodjeljuje projektnom zadatku koji studenti individualno dovršavaju i predstavljaju posljednjeg dana bloka. Teorijski ispit se organizuje jednom tokom bloka (pri njegovom kraju), a kasnije u službenim ispitnim rokovima.

Mnogo je prednosti koje su otkrivene tokom godina primjene:

- Studenti se koncentriraju na jedan predmet, a tokom rada na projektu nema ometanja prilikom rješavanja zadatog problema – na taj način se prevladava glavna prepreka klasičnom studijskom programu (fokus podijeljen na mnogo različitih tema);
- Ovo je primjer projektnog učenja jer su projekti u fokusu i 50 % ili više vremena posvećeno je praktičnom radu;
- Praktične vještine studenata značajno se povećavaju na kraju bloka;
- U posljednjem semestru studija blokovi kurseva završavaju se prije završetka semestra (uglavnom u aprilu), što ostavlja 1–2 mjeseca semestra za dovršavanje provostupničkog rada, koji se takođe izvodi bez ometanja (za studente koji završe sve svoje ispite na vrijeme) – time se povećava stopa studenata koji diplomiraju prije ljeta.

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 vještinama i spremanju za zaposlenje.

3.2.20. Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju

Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju trebao bi predstavljati 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 zahtijeva pažljiv predizbor patenata

koji će obuhvatiti većinu planiranih tema predmeta, ali i detaljno seciranje njihovog sadržaja i glavnih doprinosa. Opisani pristup trebao bi studentima približiti stvarne situacije i omogućiti lakši razvoj vještina rješavanja problema. Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju upoznaje studente sa zaštitom intelektualnog vlasništva te nacionalnim i propisima međunarodnog zavoda za patente, međutim, to bi trebalo smatrati samo pratećim efektom, a ne i glavnim ciljem nastavnog plana i programa zasnovanog na patentiranju. Studente također treba ohrabriti da samostalno istražuju patente kroz dodatne zadatke ili projekte tokom kursa, s naglaskom na kritičkom razmišljanju i analizi prednosti i nedostataka predloženih rješenja. Na kraju kursa, studenti bi se također trebali upoznati s 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 rješenja, ako je moguće uz vođenu pomoć ispitivača zavoda za patente u ulozi gostujućeg predavača.

3.2.21. Predavanje praćenjem procesa standardizacije (učenje putem eksperimenata s otvorenom hardverskom i softverskomtestnomplatformom)

Ova nova metodologija učenja prati najnovije koncepte i napredak u komunikacionim tehnologijama i standardima. Ovaj pristup zasnovan je na internetskim standardima sljedeće 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 (istodobnost, prebacivanje zadataka, otisak memorije) i perifernih uređaja niskog nivoa (tajmeri, komunikacijske magistrale, radio primopredajnici). Korištenje platformi otvorenog softvera i otvorenog hardvera studentima daje vrijedan skup kompetencija, uključujući teme povezane sa računarskim umrežavanjem (rad srednje kontrole pristupa, IPv6 umrežavanje), ugrađenim sistemima (raspoređivanje procesa, paralelnost) i bežičnim komunikacijama (višestazno širenje, efekti smetnji), kao i zahtjevi za primjenom mreža i sistema sljedeće generacije.

3.2.22. Podučavanje osnova kroz primjere vezane za zanimanje

Većina inženjerskih kurikuluma na univerzitetima koji učestvuju u projektu BENEFIT koncipirani su tako da je prvih nekoliko semestara (3–4) gotovo u potpunosti posvećeno proučavanju osnova (npr. matematike, fizike, itd.) potrebnih kao podloga za kurseve u vezi sa zanimanjem koji dolaze kasnije. Ti kursevi usmjereni na osnove (npr. na UNS-u, Matematika 1–4, Fizika) nose velik broj ESPB-a i često se među studentima smatraju teškim i zahtjevnim jer troše relativno visok procenat ukupnog vremena studiranja u odnosu na kurseve u vezi sa zanimanjem. Uz to, čak i nakon uspješnog završetka kursa koji se odnosi na osnove, čini se da studenti nisu u mogućnosti primijeniti naučene koncepte (ili ih jednostavno prepoznati) kada se s tim konceptima upoznaju u drugačijem obliku na kursu u vezi sa zanimanjem (npr. svojstvene vrijednosti kao modusi linearnog dinamičkog sustava ili matrice kanala, upravljivost i uočljivost linearnog sustava kroz opseg i null prostor, beskonačne serije u oblikovanju impulsa (uz prisustvo faznog pomjeranja), uvjetna vjerovatnoća (za računanje bitne greške), procjena maksimalne vjerovatnoće (za optimalna područja za otkrivanje poruka), diferencijalni i integralni račun itd.). Da bi se povećala efikasnost kurikuluma u tom pogledu, moglo bi se primijeniti jednostavno, ali djelotvorno rješenje: unijeti auditivne vježbe ili predavanja s pažljivo dizajniranim mini predavanjima koja bi se sastojala od ilustrativnih primjera predavanih koncepata u odgovarajućim područjima zanimanja (ovisno o određenom kursu, njih bi mogli držati predavači ili nastavni kadar koji drži kurseve u vezi sa zanimanjem). Prednosti ovog pristupa bile bi višestruke. Prvo, nakon što apstraktni koncept/rezultat oživi specifičnom ilustracijom ili aplikacijom u relevantnom domenu studija, studenti će lakše uvidjeti njegovu važnost i bit će spremniji da ga usvoje (uprkos potencijalnoj „apstraktnosti“ i nivou težine). Drugo, ovo će odmah popuniti prazninu između osnovnih kurseva i onih u vezi sa zanimanjima jer će se pozadinski koncepti lako pozivati i primjenjivati kada je to potrebno u budućnosti, bez nepotrebnih rekapitulacija koje često troše vrijeme. To bi zauzvrat moglo ostaviti prostora za naprednije ili ažurnije teme tokom predavanja. Konačno, ovakav korak ka zatvaranju petlje oko teorije i prakse dat će studentima puno više samopouzdanja, a njihova percepcija

kurikulumapremjestila bi se s „previše teorijske“ na spoznaju da oni imaju konkurentsku prednost u razumijevanju stvari na osnovnom nivou.

Nastavne metodologije usmjerene na tehnologiju

3.2.23. Kursevi na mreži (video predavanja)

Kurs na mreži je skup unaprijed 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 predavaonice. Ako nam je cilj razuman kvalitet kursa na mreži, tehnička realizacija video predavanja je vrlo važno pitanje. Drugim riječima, potrebna je visokokvalitetna video montaža tamo gdje je potreban simultan prikaz predavača i materijala koji se prezentira, bilo u obliku slajdova ili zapisa na ploči. 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 svjetski trend koji se obično naziva masovnim otvorenim internetskim kursevima (eng. *Massive Open Online Courses* – MOOC). (Jordan, 2014).

3.2.24. Podrška u nastavi putem web lokacija i društvenih mreža

To se može smatrati 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 predavaonici i zadacima. Nastavnici mogu koristiti ove tehnologije za stvaranje bloga sa domaćim zadacima, web lokacije predavaonice ili studentskih blogova. Još jedna inovativna upotreba društvenih mreža i weba je stvaranje tabli povezanih sa obrazovanjem (Zaidieh, 2012). Ove table mogu nadahnuti studente da otkriju i rade ono što vole. Izazivaju kreativnost studenata, tjeraju studente da iskušaju nove stvari i omogućavaju im da budu svoji. Početna stranica studenata je središte table, gdje će studenti pronaći ideje, odnosno sadržaj koji mogu „prikačiti“, što im pomaže da vide svijet kreativnosti i mogućnosti oko sebe. Svaka od ovih tehnologija otvara predavaonice, potiče 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 predstavljati ravnotežu između raspoloživog vremena i sve većeg korpusa znanja, posebno u domenima poput inženjerstva. Međutim, mogu se koristiti nove tehnologije koje nude korisne alternativne načine predavanja. Audio izdanja priručnika i drugog materijala za kurs omogućavaju studentima da prisustvuju predavanjima čak i dok se odmaraju, šetaju ili putuju. Čak i tokom aktivnog učenja može biti korisno fokusirati se na vizuelnu ilustraciju dok slušate odgovarajući tekst koji se isporučuje glasom, umjesto da ga čitate. Ovo može biti korisno i za one koji sporo čitaju i pomoći im da održe tempo, a tekstualni materijal učiniti pristupačnijim nizu osoba s invaliditetom (slabovidnim osobama, osobama s poremećajima čitanja ili onima koji ne mogu rukovati knjigama zbog fizičkih ograničenja). S druge strane, produkcija audio izdanja zasnovanih na glasovima stvarnih ljudskih govornika skupa je i dugotrajna, a zahtijeva i određeni tehnički napor. Audio izdanja zasnovana na visokokvalitetnoj sintezi govora na osnovu teksta nude vrlo efikasnu alternativu i mogu se proizvesti vrlo brzo i na potpuno automatiziran 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 je rješenje 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 iskorištena za stvaranje Centralne audio biblioteke UNS-a, koja sadrži do sada stvorene audio resurse i pruža efikasno sučelje i predavačima i studentima (Delić, et al., 2019).

3.2.26. Inženjerski eksperimenti zasnovani na mreži

Jedan od ključnih aspekata inženjerstva je laboratorijski i praktični rad neophodan kako bi se studentima inženjerstva omogućilo da upoznaju stvarne situacije, mjerenja i instrumentaciju sa svim pratećim problemima. Koncept eksperimenata zasnovanih na mreži (Magoha, 2002) revolucionirao 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 se razviti 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 pregledaču. Web klijent udaljene radne površine omogućava studentima i nastavnicima brz i lak pristup laboratorijskoj infrastrukturi putem web pregledača putem Interneta. Moći će komunicirati s udaljenim aplikacijama ili radnim površinama kao što bi to učinili s lokalnim računarom, bez obzira gdje se u tom trenutku nalazili. Cilj primjene takvih rješenja (ThinFinity, Free RDP Windows, EricomAccessNow, itd.) je omogućiti studentima stjecanje znanja i ovladavanje vještinama vezanim 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 stječu 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 uvjetima: konfiguriraju mrežne uređaje tako da generiraju optimalne mrežne performanse, kontroliraju i provjeravaju rezultate.

3.2.27. Podučavanje kroz igre (gamifikacija)

Ova metodologija pripada metodologiji Podučavanje kroz studentska takmičenja ili se može smatrati njenim dijelom, ali je ovdje detaljnije definirana.

Studenti uglavnom vole igre i žele ih igrati 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 sjedenje i učenje. Stoga je logično kombinirati ova dva aspekta i riješiti problem. Učenje putem igara pomoglo bi studentima da zadrže zanimanje za tu temu. Uz ovu metodologiju, proces učenja nastavio bi se gotovo tokom cijelog dana, a studenti se ne bi umorili i ne bi im dosadilo učenje. Zapravo, studenti uče bez da se uključuju u tradicionalni proces učenja – oni praktično uče, a da toga nisu ni svjesni. Takmičenje i bodovanje motiviraju i uključuju studente, a iako bodovanje ne utječe na učenje studenata, motivira ih da se trude. Huotari i Hamari definirali su igranje kao proces poboljšanja usluga s motivacijskim prilikama za pozivanje na iskustva igranja i daljnje ishode ponašanja (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018). Glavna motivacija je poboljšati uključenost pojedinaca i povećati njihovo zanimanje, angažman i efikasnost (Taneja, Safapour, & Kermanshachi, 2018).

Različiti oblici igara koji se mogu koristiti su:

- Igra riječi/križaljka: nastavnik može napraviti dvije grupe, poput grupe mladića i djevojaka. Tada se može pokrenuti takmičenje između dvije grupe za pisanje maksimalnog broja riječi, definicija, terminologije itd. koje se odnose na određeni predmet.
- Igra uloga: komplicirani koncept može se pojednostaviti uz pomoć igre uloga. Predmeti nauke i inženjerstva imaju praktične zadatke koji pojednostavljaju razumijevanje teorijskih koncepata. Međutim, praktična nastava nije moguća za svaku teoriju. U takvoj situaciji puno pomaže igranje uloga, edukativna drama. Od nekoliko volontera se prema potrebi traži da učestvuju u igri gdje će svaki student volonter igrati određenu ulogu. Na primjer, u konceptu rada mikroprocesora jedan volonter će igrati ulogu akumulatora, drugi će igrati ulogu registra, ALU, sata itd.

Prema proučenoj literaturi, postoje elementi unutar dizajnamrežnih igara uloga koji potiču unutarnju motivaciju, a istovremeno zahtijevaju od igrača da razmišljaju, planiraju i djeluju kritički i strateški. Gamifikacija povećava motivaciju za učenje koje zahtijeva manje prethodno stečenog znanja, a kao alat u kombinaciji s drugom metodologijom povećava ishode učenja. Međutim, nije u potpunosti pouzdana za ishode učenja.

Prethodne studije pokazuju da nove tehnologije, poput igara, moraju biti usmjerene ka cilju, konkurentne i dizajnirane u okviru izbora i povratnih informacija kako bi se nastavnicima i studentima omogućilo praćenje napretka u učenju. Igranje i osmišljavanje igara može doprinijeti aktivnim, zanimljivim i autentičnim obrazovnim iskustvima (Lillejord, Børte, Nesje, & Ruud, 2018).

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

	Nastavna metodologija	Prvostupnička razina	Magistarska razina	Prvost. + mag.
1	10) Učenje zasnovano na projektu (usmjereno na djelovanje)	63 %	73 %	66 %
2	8) Aktivno učenje (usmjereno na djelovanje)	38 %	59 %	45 %
3	9) Nastava u vezi s istraživanjem (usmjereno na djelovanje)	25 %	64 %	39 %
4	5) Metoda slučaja (usmjereno na studente)	10 %	36 %	19 %
5	23) Podrška u nastavi putem web lokacija i društvenih mreža (usmjereno na tehnologiju)	15 %	18 %	16 %
6	17) Pristup od Z do A (usmjereno na djelovanje)	23 %	5 %	16 %
7	7) Nastavne radionice (usmjereno na studente)	20 %	5 %	15 %
8	2) Preokrenuta ili obrnuta predavaonica (usmjereno na studente)	13 %	9 %	11 %
9	22) Kursevi na mreži (video predavanja) (usmjereno na tehnologiju)	13 %	5 %	10 %
10	14) Kreativni zadaci (usmjereno na djelovanje)	8 %	14 %	10 %
11	6) Brainstorming (usmjereno na studente)	10 %	9 %	10 %
12	11) Nastava putem vršnjačkih grupa/timova (saradnička nastava) (usmjereno na djelovanje)	10 %	5 %	8 %
13	15) Učenje zasnovano na pripremi za predavanja (usmjereno na djelovanje)	13 %	0 %	8 %
14	3) Nastava putem studentskih takmičenja (usmjereno na studente)	8 %	0 %	5 %
15	24) Metoda učenja/podučavanja zasnovana na audio biblioteci (usmjereno na tehnologiju)	8 %	0 %	5 %
16	1) Obrazovanje usmjereno na studenta (usmjereno na studente)	3 %	5 %	3 %
17	12) Učenje zasnovano na radu (usmjereno na djelovanje)	5 %	0 %	3 %
18	13) Samostalno učenje (usmjereno na djelovanje)	5 %	0 %	3 %
19	4) Predavanje kroz debatu (usmjereno na studente)	0 %	5 %	2 %
20	16) Učenje zasnovano na znatiželji (usmjereno na djelovanje)	3 %	0 %	2 %
21	20) Podučavanje praćenjem postupka standardizacije (usmjereno na djelovanje)	3 %	0 %	2 %
22	19) Nastavni plan i program zasnovan na patentiranju (usmjereno na djelovanje)	0 %	0 %	0 %
23	21) Podučavanje osnova kroz primjere vezane za zanimanje (usmjereno na djelovanje)	0 %	0 %	0 %
24	26) Podučavanje kroz igre (gamifikacija) (usmjereno na tehnologiju)	0 %	0 %	0 %
25	25) Inženjerski eksperimenti zasnovani na mreži (usmjereno na tehnologiju)	0 %	0 %	0 %
26	18) Blok raspored (usmjereno na djelovanje)	0 %	0 %	0 %
27	Ostale metodologije	8 %	0 %	5 %

4. Pregled platformi i alata koji se koriste za nastavu

U ovom je odjeljku predstavljeno nekoliko interaktivnih i multimedijских alata za učenje i e-učenje na mreži.

Interaktivni vodič za elektroniku

Vodič je interaktivniji i specifičniji od knjige ili predavanja i nastoji podučavati na primjeru i pružati informacije za izvršavanje određenog zadatka. Ovisno o kontekstu, vodič može imati više oblika, u rasponu od skupa uputa za izvršavanje zadatka do interaktivne sesije rješavanja problema.

Interaktivni vodič za elektroniku (Patil & Prasad, 2016) (Trujillo-Aguilera, Sotorrio Ruiz, Pozo Ruz, Vegas, & Javier, 2015) pomaže predavačima u njihovim objašnjenjima. Vodič može biti koristan alat koji omogućava prezentaciju u nekoliko multimedijских računarskih aplikacija u virtuelnom prostoru (poput interneta). Nadalje, ovaj vodič doprinosi povećanju samostalnog učenja studenata jer mogu koristiti vodič prije te čak i nakon objašnjenja u predavaonici. U svakom slučaju, vodič motivira studente na samostalno učenje i drži ih odgovornima za svoje samostalno učenje. Osim toga, udžbenik potiče izgradnju znanja i u konačnici omogućava studentima kontrolu nad sadržajem i aktivnostima.

Multimedijски sadržaj

Multimedijски (Patil & Prasad, 2016) (Magoha, 2002) sadržaj je kombinacija audio i vizuelnih materijala. Koristi se za poboljšanje komunikacije i obogaćivanje prezentacije. U multimedijском sadržaju predmet i vježbe odabiru se prema optimiziranom konceptu ili ih predavač sastavlja na ad hoc način posebno za postizanje zadanog nastavnog cilja. Oni koji žele mogu koristiti dostupne informacije u različitim formatima, poput slika, teksta, animacije i video zapisa.

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

Simulacioni softver

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

Simulaciono modeliranje sigurno i efikasno rješava stvarne probleme. Pruža važnu metodu analize koja se lako provjerava, komunicira i razumije. U svim industrijama i disciplinama simulaciono modeliranje daje dragocjena rješenja pružajući jasan uvid u složene sisteme. Na primjer, kurs za tehničke nacрте na bazi softvera potpomognute računarom (CAD) može imati pozitivne efekte na razvijanje vještina prostorne vizualizacije studenata inženjerstva.

Virtuelna/proširena stvarnost

Virtuelna stvarnost (Magoha, 2002) (Lillejord, Børte, Nesje, & Ruud, 2018), sa svojim proširenjem televirtuelnosti, revolucionirala je inženjersko obrazovanje. Korisnicima nudi mogućnost stvaranja prikaza obrazovnih modela i kretanja unutar virtuelnog prostora. 3D vizualizacija stvorena uz pomoć virtuelne stvarnosti može pružiti sliku koja je i razumljiva i dostupna nestručnom korisniku. Proširena

stvarnost je obećavajuća tehnologija u nastajanju s obrazovnim potencijalom jer projektuje digitalni materijal na objekte iz stvarnog svijeta, poboljšava i proširuje studentsko iskustvo učenja te olakšava saradnju i aktivno učenje studenata (Lillejord, Børte, Nesje, & Ruud, 2018).

Alat za e-učenje

Terminologija i slučajevi upotrebe

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

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

- Sinhrono učenje nalikuje tradicionalnoj učionici jer se sadržaj istovremeno isporučuje svim „polaznicima“. Uključuje komunikaciju u realnom vremenu (telefon/VoIP, web video konferencije) ili emitiranje sadržaja (npr. obrazovna televizija, nastavna televizija, direktni satelitski prenos (eng. *direct-broadcast satellite* – DBS), internet radio, prijenos uživo):
 - Softver za web konferencije pomaže u olakšavanju sastanaka na kursevima učenja na daljinu i obično sadrži dodatne alate za interakciju kao što su tekstualni chat, ankete, podizanje ruku, emotikoni itd.
 - Roboti za teleprisutnost (Kubi, Double Robot) koriste se za pojačavanje „prisutnosti i interakcije“ udaljenih studenata.
- U asinhronom učenju polaznici fleksibilno pristupaju materijalima kursa prema vlastitom rasporedu. Primjeri asinhrono tehnologije isporuke su forumi oglasnih ploča, 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.

Učenje na daljinu takođe može koristiti interaktivne radio instrukcije (IRI), interaktivne audio instrukcije (IAI), virtuelne svjetove na mreži, digitalne igre, webinare i web emisije, a sve se to naziva e-učenjem. (Burns, 2011)

- Interaktivne radio instrukcije (IRI) su sistem obrazovanja na daljinu koji kombinuje radio emisije s aktivnim učenjem kako bi 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 pružiti povoljno, kulturološki primjereno obrazovanje putem radija ili mobilne audio tehnologije. (World Bank Group, February 2015)
- Primjer virtuelnog svijeta je SecondLife, „besplatni 3D virtuelni svijet u kojem korisnici mogu stvarati, povezivati se i razgovarati s drugima iz cijelog svijeta koristeći glas i tekst.“ (<https://secondlife.com/>, n.d.)

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

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

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

Kombinovano učenje kombinira tradicionalne metode u predavaonicama (učenje na kampusu) s internetskom interakcijom (učenje na daljinu), tj. „računarski posredovane aktivnosti u vezi sa sadržajem i isporukom“.(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 pojmom „učenje na daljinu“.

Komponente e-učenja

Prema (https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_technology, n.d.), obrazovna tehnologija između ostalog pokriva sljedeće aspekte:

- tehnološki alati i mediji koji pomažu u komunikaciji znanja, njegovom razvoju i razmjeni, npr. masivni mrežni kursevi,
- sistemi za upravljanje učenjem (eng. *learningmanagementsystems* – LMS), kao što su alati za upravljanje studentima i kurikulumom te informacijski sistemi za upravljanje obrazovanjem (eng. *education managementinformationsystem* – 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)

Primjena „tehnoloških alata i medija“ povezana je s određenim scenarijem upotrebe. U tom smislu možemo prepoznati nekoliko tipova interakcija:

- 1) teleprisutnost,
- 2) pristup materijalu na mreži,
- 3) internetska saradnja i
- 4) proširena interakcija u predavaonici.

Posljednja kategorija može se smatrati proširenjem interakcije teleprisutnosti jer okruženje predavaonice omogućava primjenu uređaja iz stvarnog svijeta, kao što je AcerClassroomManager/TechSmart: „... LED svjetlo 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 s komponentama e-učenja:

- 1a) Virtuelna predavaonica je događaj e-učenja u kojem predavač drži predavanje na daljinu i u stvarnom vremenu grupi studenata 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 mrežnih 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 razmjene znanja do zajedničkog rada na zajedničkom projektu. Društveni softver, poput chatova, diskusionih foruma i blogova, koristi se za internetsku saradnju među studentima;

identifikovano u (E-learning methodologies - A guide for designing and developing e-learning courses, 2011). Ovaj vodič razvijen je u projektu FAO UN, koji je financirala vlada Njemačke, s ciljem pružanja detaljnih smjernica o dizajniranju i razvoju kurseva za e-učenje.

Alati za teleprisutnost

ICT se smatra ključnim alatom za premošćavanje udaljenosti u interakciji ili isporuci multimedijskog sadržaja.

- **M-učenje** ili mobilno učenje oslanja se na prenosive tehnologije (ručni računari, MP3 uređaji, prenosnici, 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 s 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. Za udaljene studente pruža suštinski uvid u aktivnosti predavanja.
- **Web emitiranje** omogućuje stvaranje virtuelnih predavaonica i virtuelnog učenja.

Navedene funkcionalnosti podržane su širokim rasponom alata za video konferencije, kao što su GoogleHandouts, (Cisco) WebExMeetings, ZoomMeetings, Skype (za preduzeća) itd.

Pored računara i komunikacionih mreža (interneta), razvijaju se i alati poput namjenskih robota kako bi se poboljšala „teleprisutnost“:

- Kubi VirtualTelepresence 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 ureda ili predavaonice, poput kabela, neravnina ili pragova. Koristi prikaz „uvijek na podu“ za veću prostornu svijest i uštedu vremena: nema potrebe za prebacivanjem između prikaza kamere.

Alati za saradničko učenje

Blog je diskusiona ili informativna web lokacija objavljena na World Wide Webu koja se sastoji od diskretnih, često neformalnih dnevničkih unosa teksta (postova). (<https://en.wikipedia.org/wiki/Blog>, n.d.)

- Blog Svjetske banke o upotrebi IKT-a u obrazovanju (<http://blogs.worldbank.org/edutech/>, n.d.) primjer je da sadržaj bloga može biti posvećen 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]

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

Gamifikacija učenja je obrazovni pristup motivisanju studenata za učenje korištenjem dizajna video igara i elemenata igre u okruženjima za učenje. (Kapp, 2012)

- 3D GameLab (<http://3dgame.com/>, n.d.) tvrtke Rezzly je platforma za učenje bazirana na potrazi koju nastavnici i studenti mogu koristiti za stvaranje i igranje niveliranih pitanja. Studenti mogu raditi na svladavanju predmeta zarađivanjem bodova i drugih nagrada.

Rezzly(<https://www.rezzly.com/>, n.d.) primjenjuje razmišljanje i mehaniku igre na novu vrstu platforme za učenje. Kako igrači dovršavaju zadatke, prelaze na „sljedeći nivo“ kako bi postigli svoje obrazovne ciljeve.

- Misija igre Classcraft jeste učiniti školu relevantnijom i značajnijom stvaranjem zaigranih i zajedničkih iskustava učenja koja uče cjelokupno biće djeteta. (<https://www.classcraft.com>, n.d.)

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

- Ted-Ed(<https://ed.ted.com/>, n.d.) omogućava nastavniku da kreira interaktivne lekcije oko YouTube video zapisa dodavanjem pitanja s višestrukim izborom i otvorenih pitanja, diskusionih upita i dodatnih resursa.
- Tween Tribune omogućava nastavnicima da kreiraju lekcije oko postojećeg sadržaja, ali ovaj put oko članaka, ne video zapisa.
- Edmodo je komunikacijska platforma na kojoj se obrazovne teme, izvori i dokumenti neprestano dijele i raspravljaju i javno i u privatnim grupama (razredima).

Sadržaj e-učenja

Elektronski portfelj je zbirka elektroničkih dokaza koje okuplja i njima upravlja korisnik, obično na Internetu. E-portfelji su i demonstracija korisnikovih sposobnosti i platforme za samoizražavanje. (https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_portfolio, n.d.)

Namjenske platforme za učenje:

1. Moodle je platforma za učenje dizajnirana da pruži nastavnicima, administratorima i studentima jedan robustan, siguran i integriran sistem za stvaranje personaliziranih okruženja za učenje. (<https://moodle.org/>, n.d.) Moodle nudi najfleksibilniji set alata koji podržava kombinovano učenje i 100 % mrežne kurseve. (https://docs.moodle.org/36/en/About_Moodle#All-in-one_learning_platform, n.d.)
2. Open edX je masivnoskalabilnasoftverska platforma za učenje koja stoji iza platforme edX, mrežne 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 unaprijediti nastavu i učenje kroz istraživanje“. (<https://open.edx.org/about-open-edx/>, n.d.) Ključni dijelovi platforme su: 1) Sistem upravljanja učenjem (LMS) i 2) Studio za autore kurseva.

Istaknuti pružaocie-kurseva:

3. Coursera(<https://www.coursera.org/>], n.d.) nudi tečajevе u obliku „interaktivnog udžbenika, koji sadrži unaprijed snimljene video zapise, kvizove i projekte“. Podržava zajednicu koja uči u diskusionim grupama i nudi certifikate kroz partnerske univerzitete širom svijeta.
4. Udacity(<https://www.udacity.com/>, n.d.) „Gotovo svako na planeti ko ima internetsku vezu i predan je samoosnaživanju kroz učenje može doći u Udacity, savladati niz vještina koje će ga pripremiti za posao i baviti se poslom koji želi“

UNS: Primijenjeni alati

U skladu sa prethodnom diskusijom, e-alati su klasificirani 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 ovdje neće biti elaborirani. Umjesto toga, fokusirat ćemo se na stalnu interakciju između kreiranja kursa, učenja na mreži i izvan nje.

Većina UNS kurseva koristi PowerPoint slajdove u tradicionalnim predavaonicama. Budući da PowerPoint omogućava ugrađivanje zvuka, može proizvesti video koji prikazuje vizuelnu interakciju sa slajdovima i objašnjava ga predavač. Video predavača koji nedostaje može se naknadno priložiti pomoću vanjskih alata za montažu. Iz te perspektive, alati za video konferencije, kao što su Zoom, WebEx, Skype itd., nude cjelovitije okruženje za kreiranje kurseva. Zbog nesretnih okolnosti, u ljetnom semestru 2020. godine većina predavanja se zapravo održava putem takvih alata za teleprisutnost (video konferencije). Snimljene sesije u okruženju video konferencija čine solidnu osnovu za izvanmrežne (asinhrono) materijale za učenje. Većina alata za video konferencije integrira snimak zaslona radne površine/aplikacije s video i audio snimkom predavača. Trenutno alati za video konferencije nisu standardizirani na nivou institucije što rezultira korištenjem svih dostupnih proizvoda.

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

Teleprisutnost zahtijeva 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 predavaonici, kao što je primjena bijelih 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 CI	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, već stimuliraju dodatni angažman studenata tokom realizacije projektnog zadatka. Takvi poticaji nalaze se u scenarijima kada se studenti, bilo pojedinačno ili u timu, takmiče jedni protiv drugih. Posljednjih godina koncept u kojem studentski timovi rješavaju različite probleme takmičeći se jedni protiv drugih za određenu nagradu ili neko drugo priznanje postao je raširen i vrlo popularan pod imenom studentski hakaton. Takvi događaji su se razvili manje-više

neovisno od klasičnog obrazovnog sistema, obično stimuliranog rastućom zajednicom startup kompanija i malih i srednjih preduzeća (MSP) koja imaju poseban interes da na takav način angažuju studente. Hakatoni su brzo stekli popularnost među većinom studentske populacije u području nauke-tehnologije-inženjerstva-matematike (STEM), a to nije moglo proći 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 primjer, imali smo vrlo uspješan primjer takvog angažmana gdje je nekoliko mladih docenata uključenih u projekt BENEFIT pripremio dva tima za prestižno takmičenje Signal processing CUP koje je održano kao deo vodeće međunarodne konferencije o akustici, govoru i obradi signala (ICASSP) Udruženja a inženjera elektrotehnike i elektronike (IEEE) održane 2016. u Šangaju, Kina. Oba su tima bila uspješna i među deset najboljih timova koji su zaslužili počasni pomen na web lokaciji konferencije (<https://www2.securecms.com/ICASSP2016/SPCup.asp>). Iskustvo, uzbuđenje i znanje stečeno na ovom takmičenju, kako za studente, tako i za zaposlenike, bili su jasan pokazatelj da takva metodologija učenja ima jasne koristi i može dramatično potaknuti studentski entuzijazam za rješavanje stvarnih problema. O takvom se pristupu razgovaralo tokom nekoliko događaja za obuku nastavnika iz projekta BENEFIT, a trenutno je čitav konzorcijum BENEFIT dobro svjestan ove metodologije i spreman je primijeniti je u praksi. Jedna od šansi za to bila je ovogodišnji Kup za obradu signala koji se održao na konferenciji IEEE ICASSP 2020, održanoj virtuelno zbog pandemije COVID-19, u kojoj je sudjelovao tim s 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, projekt BENEFIT pripremio je strategiju zasnovanu na organizaciji dva hakatona i obuku o nastavi i metodologiji učenja na osnovu studentskih takmičenja/hakatona. Prvi takav događaj ljubazno je organizirao jedan od industrijskih partnera na projektu, kompanija BICOM iz Tuzle, Bosna i Hercegovina, u novembru 2019. (<https://hackathon.bicomsystems.com/>) Cilj ovog događaja bio je upoznati druge projektne partnere s praksom organizovanja takvih događaja, razmijeniti najbolje prakse, ali i angažirati studente prvenstveno s Univerziteta u Tuzli da se uključe u takve događaje. Zadatak hakatona bio je dizajnirati i stvoriti mobilnu aplikaciju koja će iskoristiti tehnologije mašinske vizije ili tehnike obrade slike kako bi se riješio relevantno identificirani 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 starijeg mentora, zaposlenika kompanije BicomSystems (projektnog partnera). Rezultati studentskog timskog rada zatim su predstavljeni kao dio petominutne prezentacije ideje, nakon čega su slijedila pitanja žirija. Žiri je ocijenio inovacije, implementaciju i kvalitet prezentacije svih timova.



Sljedeća dva planirana događaja namijenjena su obuci članova osoblja BENEFIT s nekim od najboljih svjetskih primjera nastave temeljene na takmičenjima, kao i provedbi studentskog hakatona koji je povezan s takvom obukom. U tu svrhu s konzorcijumom BENEFIT dogovoreno je da takav događaj bude održan u okviru manifestacije Dani otvorenih vrata BENEFIT, zakazanog za 2. jun u Novom Sadu, Srbija. Međutim, zbog pandemije COVID-19, otvoreni događaj se odgađa i održat će se u decembru 2020. ili januaru 2021. godine, najvjerojatnije u virtuelnom mrežnom formatu. Tokom manifestacije Dani otvorenih vrata BENEFIT, održat će se obuka nastavnika o korišćenju studentskih takmičenja i hakatona kao dijela redovnog programa akademskog kursa. Kao glavnog govornika izabrali smo Ivana Sesekara, 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 NextGenerationWirelessNetworks (ORBIT: <https://www.orbit-lab.org/>). Ivan Seskar ima široko iskustvo u obuci studenata za praktično uvođenje sistema bežične komunikacije i spreman je podijeliti 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 iz partnera projekta BENEFIT, ali i drugih akademskih institucija s Balkana i šire.

Nakon učešća u hakatonima koje podržava i suorganizuje projekt BENEFIT te nakon obuka na događaju Dani otvorenih vrata BENEFIT u Novom Sadu, nastavno osoblje akademskih partnera projekta BENEFIT u WBC-u upoznat će i steći iskustvo iz prve ruke o tome kako upotreba metodologija učenja i podučavanja na osnovu studentskih takmičenja i hakatona može poboljšati njihovu nastavnu praksu. Među glavnim temama o kojima će se raspravljati, istraživat će se metode integracije takve prakse podučavanja i učenja u tradicionalnu predavaonicu. Postoje, naravno, mnoga praktična pitanja o tome kako to treba učiniti. Glavni način za upotrebu nastavne metodologije zasnovane na studentskim takmičenjima i hakatonima je njena upotreba u kombinaciji s učenjem zasnovanim na problemima, gdje bi studenti rješavali određene probleme tokom svog kursa, ali istovremeno bi sudjelovali u dobro definiranim takmičenjima. Pitanja ocjenjivanja studenata u takvim slučajevima, donošenja odluka o prolazu ili padu, odlučivanja o pojedinačnim ocjenama za studente koji učestvuju u timovima, vrlo su relevantna i predmet su rasprave. U vezi s projektom BENEFIT, integracija takve nastavne metodologije i saradnja s industrijskim partnerima takođe mogu ponuditi zanimljive mogućnosti: na primjer,

industrijski partneri mogu aktivno sudjelovati u definiranju problema s takmičenjem/hakatonom, ali i u pružanju dodatnih poticaja ili nagrada za izvanredne studentske učinke. Svakako će događaji kao dio projekta BENEFIT u velikoj mjeri pomoći nastavnom osoblju u razumijevanju i provođenju mogućnosti koje se otvaraju metodama poučavanja i učenja zasnovanim na takmičenjima i hakatonima kako bi se povećalo zadovoljstvo studenata, uzbuđenje i posvećenost kroz stjecanje specifičnih znanja i vještina.

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

Industrijski partneri uključeni u projekt BENEFIT analizirali su prethodna iskustva i u saradnji sa akademskim partnerima predložili nekoliko načina za poboljšanje metoda predavanja i obuke. Inovativne metode razmotrile su potrebu da studenti steknu potrebne vještine kako bi bili konkurentni na poslovnom tržištu, dok istovremeno stiču sva potrebna znanja koja akademski nivo studija zahtijeva.

Jedna od predloženih metoda je kurs zasnovan na blokovima, koji se predlaže za praktično usmjerene kurseve na višim godinama dodiplomskih i diplomskih akademskih studija. U ovoj metodi studenti se fokusiraju na jedan po jedan kurs u obliku blok rasporeda. Fokusirajući se na jedan predmet, studenti mogu bolje organizirati svoje vrijeme i biti motivisani da završe kurs unutar njegovog bloka. Semestar se obično sastoji od 4-5 blokova.

U jednom primjeru semestra zasnovanog na blokovima, koji je primijenjen na Odjeljenju 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 ljetnom semestru. Svaki blok obično traje 3–4 sedmice, ovisno o akreditovanom broju časova za predavanja i vježbe.

Tipični blok započinje predavanjima i praktičnom nastavom u prvoj sedmici. Ujutro se predavanja održavaju u trajanju od 3–4 sata, ovisno o kursu. Nakon pauze za ručak, studenti su podijeljeni u grupe, a laboratorijske vježbe na računaru traju još 3–4 sata. Cjelokupno opterećenje studenta u uobičajenom danu ne prelazi normalno radno vrijeme od 8 sati, uključujući pauzu za ručak.

Nakon prve sedmice, neki kursevi odmah nastavljaju projektom, dok se drugi odlučuju za 2 sedmice predavanja. Kursevi koji se nastavljaju predavanjima obično imaju manje projekte ili ocjenjivanje samo na osnovu laboratorijskih vježbi i ispita. Većina kurseva odlučuje se za duže projekte jer je učenje zasnovano na projektima vrlo važno za posljednje godine primijenjenih studija, poput inženjerstva.

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

Tokom projektnih sedmica, studenti ne rade samo na svom projektu. Istražuju kako postići rješenje, čitaju zadate materijale za čitanje i uče za teorijski dio ispita. Teorijski ispit se obično organizira u jedan od dva termina: ponedjeljak posljednje projektne sedmice (tako da studenti imaju vremena da bez stresa od ispita da završe projekt) ili ponedjeljak koji slijedi posljednju projektnu sedmicu (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, tj. bodova u pohađanju nastave, aktivnostima na nastavi, laboratorijskim vježbama i projektu, može ponovo polagati teorijski ispit više puta u redovnim ispitnim rokovima koje odredi

Univerzitet. Ako student nije stekao dovoljno praktičnih bodova, mora ponovo polagati cijeli kurs sljedeće 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 razumije gradivo i fokusiranje na polaganje jednog kursa odjednom. Iskustvo pokazuje da je stopa studenata koji polože kurs na vrijeme mnogo veća od stope na klasičnim kursevima. Pored toga, učenje zasnovano na projektima dostiže vrhunac u ovom pristupu, budući da projekt na kojem student radi ne ometaju drugi kursevi ili projekti, a s punim fokusom student može shvatiti većinu praktičnog znanja iz projekta.

Nedostatak ovog pristupa je činjenica da sažeti blok pojedinog kursa znači da znanje nema vremena da se upije u dugoročnu memoriju na isti način kao što se apsorpira u klasičnom semestralnom kursu. Stoga 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 dodiplomskih 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 projekt realizovan je za studente treće godine studija (od četiri), 6. semestra, tokom proljetnog 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 projekt:

1. Projekt zasnovan na 5G rješenju predloženom u konferencijskom radu (X. Zhang, M. Jia, L. Chen, J. Ma i J. Qiu, „Filtrirani OFDM – Omogućavač fleksibilnog oblika u ćelijskim mrežama 5. generacije,“ IEEE konferencija o globalnim komunikacijama za 2015. godinu (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 primjeni filtara, uključujući decimaciju, teme su predmeta Obrada signala 2. Semestarski projekt je obavezni dio predmeta Obrada signala 2, ali nisu svi projekti izravno povezani s temama obuhvaćenim predmetom Telekomunikacije 3 (postoje teme vezane uz obradu audio signala i klasične DSP teme kao što su dizajn i implementacija filtra, adaptivni algoritmi, spektralna procjena, itd.). Iz tog razloga je višepredmetni projekt ponuđen kao opcija studentima. Projektni zadatak obično se radi u malim grupama studenata (do četiri studenata). Pet grupa studenata pristupilo je 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 ocjenjivali odbranjene projekte. Četiri projekta su završena i odbranjena na vrijeme, a ukupni bodovi za prezentacije dati su u Tabeli 3 (raspon ocjena od 1 do 5).

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

Tim	Cilj projekta je jasno naveden	Prezentacija glavne ideje rješenja	Razvijeno rješenje	Prezentacija rezultata	Ukupan 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 razumijevanje teme u odnosu na prosječnu grupu. Studenti su sigurno stekli bolje razumijevanje prednosti i nedostataka OFDM tehnologije i bolji uvid u probleme implementacije filtera u telekomunikacionim odašiljačima i prijemnicima. Bilo je zanimljivo da su sve četiri grupe studenata organizirale odbranu na specifičan način, tj. nije bilo sličnosti između njihovih nastupa. Studenti su bili vrlo aktivni tijekom odbrane, postavljali su pitanja i mogli su slobodno davati 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 jesenjeg 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). Iako su predmeti obavezni, sam projekt je izborni. Predmet Obrada signala 1 može se uzeti kao zamjena za (obavezni) praktični rad vezan za implementaciju algoritama digitalne obrade signala u MATLAB/Octave. Za predmet Telekomunikacije 2, rezultat projekta može poboljšati ukupnu ocjenu. Tema projekta bila je simulacija telekomunikacionog sistema zasnovanog na QPSK modulaciji. Simulacioni model su u potpunosti objasnili i dijelom razvili nastavnici. Projekt je odabralo oko 20 % studenata. Studenti su također imali mogućnost da svoje rješenje primjene pomoću softverski definisane radio (SDR) platforme (ADALM Pluto – donirala kompanija AnalogDevices), a dvije projektne grupe odlučile su se za to.

Naučene lekcije

Studenti su izjavili da im je projekt pomogao da bolje razumiju cjelokupnu hijerarhiju telekomunikacionog sistema i ulogu osnovne obrade signala u telekomunikacionom sistemu. Nadalje, studenti poboljšavaju svoju perspektivu modula telekomunikacija i informacione tehnologije kao cjelovitog modula, a ne samo kao gomilu različitih predmeta. Planiramo redovito nuditi ovu vrstu projekata, za sada kao neobavezni zadatak.

8. Zaključci

Deliverabla D3.1 „Razvoj moderniziranih nastavnih metodologija“, koja se odnosi na usvajanje novih metoda učenja/podučavanja, predstavila je širok spektar različitih inovativnih nastavnih metodologija koje se mogu koristiti za modernizaciju postojećih univerzitetskih kurikuluma u području telekomunikacionog inženjerstva. Nakon analize prednosti i nedostataka predstavljenih metoda, članovi konzorcijuma su, crpeći se iz vlastitog nedavnog iskustva s inovacijama u visokom obrazovanju u domeni telekomunikacionog inženjerstva, odabrali smanjeni broj metoda koje će se implementirati u više kurseva u okviru moderniziranih studijskih programa telekomunikacija na njihovim univerzitetima. U nekim će slučajevima projektni partneri započeti s uvođenjem novih praksi u postojeće kurseve, dok će se u drugim slučajevima organizirati novi tečajevi, ili u potpunosti zasnovani na odabranim inovativnim metodama, ili će predstavljati odabranu inovativnu metodu kao jednu od njihovih glavnih komponenata (to je, u određenoj mjeri, uvjetovano ciklusima akreditacije koji se razlikuju od jednog do drugog projektnog partnera).

Odabrane metode najviše uključuju:

- Uvođenje **studentskih takmičenja** ili hakatona kao važan dodatak redovnim kurikularnim aktivnostima, i općenito, uvođenje takmičarskog elementa u studentsku interakciju, kao i evaluaciju njihovih rezultata – očekuje se da će ovo povećati samopouzdanje studenata da će biti sposobni da u budućnosti prevaziđu slične izazove, doprinijet će stjecanju vještina koje se redovito ne stječu standardnim nastavnim metodama i pomoći će studentima da uvide prednosti sudjelovanja u timskom radu. Ova metoda takođe otvara zanimljive perspektive za saradnju s industrijom, koja bi mogla igrati važnu ulogu u definisanju izazova, ocjenjivanju rezultata i uspostavljanju veza s budućim zaposlenicima, 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 visoko motiviranih studenata, s ciljem sudjelovanja u predstojećim naučnim i tehnološkim izazovima poput Kupa za obradu signala IEEE.
- Uvođenje općih **metoda učenja zasnovanih na projektima**, po mogućnosti uz ocjenu rezultata kroz studentske prezentacije, što će poboljšati niz studentskih vještina, uključujući sposobnost prepoznavanja da određeni model iz temeljne nauke odgovara određenoj situaciji u stvarnom životu, sposobnost primjene poznatih algoritama za uspješno rješavanje datog problema ili provođenje istraživanja potrebnih za modifikaciju tih algoritama ili otkrivanje novih s istim ciljem, sposobnost usmenog predstavljanja rezultata i prevladavanje anksioznosti povezane s javnim izlaganjem, sposobnost odbrane svojih stavova s odgovarajućom argumentacijom, čime razvijaju svoje opće komunikacijske vještine, posebno u domenu svoje buduće stručnosti.
- Uvođenje **blok kurseva** (OCAT – jedan po jedan kurs), metode usko povezane s učenjem zasnovanim 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 biti 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 se može koristiti kao pomoćno sredstvo iza izvođenje kurseva ili za evaluaciju rezultata studenata; ovaj pristup uključuje niz različitih metoda koje uspostavljaju interakciju između nastavnika i studenata u većoj ili manjoj mjeri, koristeći različite komunikacijske modalitete. Nepredviđeni faktor uvođenja ove metode jeste da se zbog tekuće zdravstvene krize u svijetu do sredine 2020. godine očekuje da će se gotovo svi procesi podučavanja/učenja u zemljama učesnicama projekta (kao i širom svijeta) izvršavati na daljinu. Ovaj faktor je ubrzao uvođenje učenja na daljinu, što je rezultiralo stvaranjem velikog repozitorija 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 sudjeluju u projektu BENEFIT u velikoj mjeri će olakšati postojanje 6 laboratorija stvorenih u okviru projekta, zajedno s 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 komunikacije mašine s mašinom“ u saradnji sa kompanijom NiCAT;
- Univerzitet u Novom Sadu: „Laboratorija za bežične komunikacije i obradu informacija“ u saradnji sa institutom RT-RK i kompanijom Saga.

detaljnije opisano u D3.2 „Stvaranje 6 zajedničkih univerzitetsko-industrijskih laboratorija“.

Deliverable D3.1, „Razvoj moderniziranih nastavnih metodologija“ predstavlja odgovor projektnih partnera na potrebu za novom vrstom nastavnog programa koji bi s jedne strane trebao pokrivati glavne teme, a s druge strane takođe pružiti dovoljno resursa i intelektualnih podsticaja da studenti shvate trenutno stanje tehnike u oblasti telekomunikacija i daju im motivaciju za naporan rad neophodan za sticanje stručnosti u toj oblasti i konkurentnosti na tržištu rada. Nadalje, sa sve većim značajem intelektualnog vlasništva i inovacija, zadatak je visokog obrazovanja stvoriti buduće zaposlenike s dobrim idejama, s vještinama koje se obično ne stiču tokom standardnog univerzitetskog obrazovanja, i što je najvažnije, sa sposobnošću da efikasno koriste stečeno znanje za uspješno rješavanje bilo kojeg 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). Izvor: <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. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- <https://ed.ted.com/>. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- 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. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_technology. (n.d.). Pristupljeno 2019.
- 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. (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.
- Magoja, 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 communicationskillsusingmulti-courseproject-based," u Proc. AAEE Konf., Dec. 2013, str. 1.–10.