

Projektno učenje i nastava u obrazovanju inženjera

Tibljaš, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:186:590311>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
Studij politehnike

Mario Tibljaš

PROJEKTNO UČENJE I NASTAVA U OBRAZOVANJU
INŽENJERA
Završni rad

Rijeka, rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
Sveučilišni preddiplomski studij politehnike

Mario Tibljaš,

Mat. broj: 0009066642

PROJEKTNO UČENJE I NASTAVA U OBRAZOVANJU
INŽENJERA
(*završni rad*)

Mentor: Doc.dr.sc. Damir Purković

Rijeka, rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
STUDIJ POLITEHNIKE
Rijeka, Sveučilišna avenija 4
Povjerenstvo za završne i diplomske radove

U Rijeci, 5. travnja 2019. godine

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: **Mario Tibljaš**

Zadatak: **Projektno učenje i nastava u obrazovanju inženjera**

Rješenjem zadatka potrebno je obuhvatiti sljedeće:

1. Uvodni dio – o obrazovanju inženjera i suvremenim strategijama učenja i poučavanja;
2. Projektna nastava i učenje;
3. Inženjerstvo i obrazovanje inženjera;
4. Projektna nastava na primjeru obrazovanja inženjera politehnike;
6. Razrada dokumentacije projektne nastave (na primjeru i prema odabranom modelu);
7. Zaključak.

U završnom se radu obavezno treba pridržavati **Uputa za izradu završnog rada.**

Zadatak uručen pristupniku: 5. travnja 2019.

Rok predaje diplomskog rada: _____

Datum predaje diplomskog rada: _____

**Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske radove:**



Doc. dr. sc. Damir Purković

Zadatak zadao:



Doc. dr. sc. Damir Purković

Izjava

Izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, isključivo znanjem stečenim na Odsjeku za politehniku Filozofskog fakulteta u Rijeci, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora Doc. dr. sc. Damira Purkovića.

Mario Tibljaš

SAŽETAK

Tehničko i inženjersko obrazovanje se u današnjem svijetu prožetim sve većim brojem tehničko-tehnoloških spoznaja susreće s problemom nedostatnih iskustvenih spoznaja studenata, kao i tehničkih kompetencija. Shodno s navedenim, u ovom se radu govori o projektnoj nastavi, kao suvremenom pristupu poučavanja, ključnom za razvoj tehničkih kompetencija i stjecanje iskustvenih spoznaja jer se očituje u suradničkom radu studenata unutar kojeg su studenti aktivno uključeni u nastavu, a pritom ih se potiče na kreativno i kritičko razmišljanje, rješavanje problema, zaključivanje, praktični rad. U radu je projektna nastava sagledana s teorijskog aspekta i opisani su svi njeni bitni segmenti te je prikazan primjer projektne nastave u obrazovanju inženjera politehnike odnosno izrada projekta - Robot usisavač. Na kraju rada je prikazana projektna dokumentacija sa svojim sastavnim dijelovima.

Ključne riječi: tehničko i inženjersko obrazovanje, projektna nastava, tehničke kompetencije, iskustvene spoznaje, robot usisavač

Project - based learning and teaching in engineering education

Abstract

In modern time of technical and engineering education, with a growing number of technical and technological perceptions, there is a problem of non-existence of practical students' knowledge as well as technical competences. Accordingly, this paper discusses project-based teaching as a contemporary teaching approach, crucial for the development of technical competences and the achievement of practical perceptions, as it is reflected in the collaborative work of students within which students are actively involved in teaching, while encouraging them to creative and critical thinking, problem solving and practical work. The project-based teaching is considered from the theoretical point of view and all its important segments are described. Furthermore, an example of project-based teaching in the education of polytechnic engineers is presented as design of robot vacuum cleaner project. At the end of the paper the project documentation is presented with all its components.

Key words: *technical and engineering education, project - based learning, technical competences, practical perceptions, robot vacuum cleaner.*

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
2.	PROJEKTNNA NASTAVA I UČENJE.....	3
2.1.	Razlika između tradicionalne i projektne nastave	4
2.2.	Ciljevi i svrha projektne nastave.....	4
2.3.	Problemska, istraživačka i projektna nastava	6
2.4.	Pojam „projekt“	7
2.5.	Projektna nastava kao didaktička strategija	7
2.6.	Etape projektne nastave.....	10
2.7.	Kolbov model iskustvenog učenja.....	15
3.	INŽENJERSTVO I OBRAZOVANJE INŽENJERA.....	17
3.1.	EPS (<i>European Project Semester</i>).....	18
3.2.	Smjernice za izvođenje projekata	21
4.	PROJEKTNNA NASTAVA NA PRIMJERU OBRAZOVANJA INŽENJERA POLITEHNIKE	23
4.1.	Upute za pripremanje i vođenje projektne nastave	23
4.2.	Na koji način provoditi projektnu nastavu?	24
5.	PRIMJER IZVEDENE PROJEKTNE NASTAVE - ROBOT USISAVAČ.....	26
5.1.	Pronalaženje teme	26
5.2.	Planiranje.....	26
5.3.	Provedba projekta	27
5.4.	Predstavljanje projekta.....	27
5.5.	Vrednovanje	28
6.	RAZRADA DOKUMENTACIJE PROJEKTNE NASTAVE (NA PRIMJERU PRETHODNO NAVEDENOG PROJEKTA).....	30
6.1.	Ciljevi (ishodi) projektne nastave	31
6.2.	Makro plan projektne nastave	31
6.3.	Mikro plan projektne nastave	32
6.4.	Pregled realiziranog projekta.....	36
7.	ZAKLJUČAK.....	44
8.	LITERATURA	45

1. UVOD

U obrazovnom sustavu javlja se više oblika školskog učenja i teorija o načinima poučavanja, odnosno na koji način se odvija proces učenja. Pored individualne nastave koja podrazumijeva poučavanje jednog učenika od strane jednog učitelja, timske nastave, problemske nastave, predavačke nastave itd. pojavljuje se oblik školskog učenja nazvan projektna nastava. O kojem god da se obliku nastave govori suvremeno obrazovanje zahtjeva poimanje učenika subjektom odgojno-obrazovnog procesa. Pritom je na nastavniku da vlastitim kompetencijama usmjerava učenika na samostalno učenje, rješavanje problemskih zadataka istraživačkim pristupom nastavi te poticanje kreativnog razmišljanja. Pojedini su se pedagozi i psiholozi u potrazi najboljeg rješenja za ostvarivanje nastavnih ciljeva priklonili upravo projektnoj nastavi, suvremenoj nastavnoj metodi, kao zanimljivijem obliku poučavanja u kojem Studenti aktivno sudjeluju u projektima i procesima te zauzimaju mjesto aktivnih čimbenika. Upravo je projektna nastava prožeta metodama i oblicima koji omogućuju aktivno sudjelovanje kreiranjem ozračja suradničkog učenja i timskog rada omogućenog kvalitetnom komunikacijom i dijalogom (Garmaz, 2006). Aktivne nastavne metode uključuju izradu projekata, prezentacija, izlaganje radova, izvođenje praktičnih radova, učenje kroz igru, debate, izložbe, kvizove, pokuse itd. Obrnuta/preokrenuta učionica je jedna od suvremenih strategija poučavanja, a takav naziv je dobila zbog preokreta školskog i domaćeg rada odnosno ono što je bio školski rad (predavanje novih sadržaja) učenici uče kod kuće putem videozapisa pripremljenih od strane nastavnika, a domaći rad odnosno rješavanje problema se radi u školi, na satu. Na taj način učenici steknu osnovna znanja kod kuće koja im pomažu za raspravljanje i obavljanje školskih aktivnosti. Tom metodom nastoji se povećati interakcija i aktivnost svih učenika, a ne samo pojedinaca te postići bolje usvajanje znanja.

Cilj rada je prikazati primjer uspješno provedenog projekta inženjera politehnike konkretnije izradu robot usisavača kroz segmente projektne nastave.

U prvom dijelu rada navest će se ciljevi i svrha projektne nastave uključujući i kriterije za izbor iste. Pojasnit će se razlika između tradicionalne i projektne nastave i prikazat će se klasifikacija projekata zajedno s pojašnjenjem samog pojma „projekt“. Objasniti će se uloga studenta i nastavnika u projektnoj nastavi te će se spomenuti pomagači odnosno suradnici koji sudjeluju u projektu. Nadalje, prikazat će se etape projektne nastave, najčešće greške vrednovanja i pogodan način ocjenjivanja u projektnoj nastavi. Drugi dio rada obuhvaća

inženjerstvo i obrazovanje inženjera i prikazuje primjer korisne metode poučavanja u obrazovanju inženjera poznatu kao Europski projektni semestar - EPS (*European Project Semester*). Nakon razrade tog dijela navedene su upute za pripremanje i provođenje projektne nastave koje prethode primjeru izvedene projektne nastave – robot usisavač. Nakon prikazane izrade robot usisavača kroz segmente projektne nastave slijedi razrada projektne dokumentacije.

2. PROJEKTNA NASTAVA I UČENJE

Projektna nastava kao što samo ime kaže polazi od pojma „projekt“ koji oduvijek postoji u školama jer je uvijek bilo nastavnika koji su učenicima zadavali izvođenje raznih projekata koji bi oni na kraju prezentirali, bilo da se radi o individualnim, grupnim ili razrednim projektima. U povijesti didaktike pojam projekt se javlja prije više od stotinu godina, a vezan je uz pojam metoda, strategija, projektni plan pa tako i pojam projektne nastave podrazumijeva poučavanje metodom projekta i nastavu usmjerenu projektima.

U zagovaranju projektne metode među raznim pedagogima i filozofima postao je poznat američki filozof William Heard Kilpatrick osobito nakon objave teksta *The Project Method* početkom 20. stoljeća.

Kilpatrick predlaže četiri vrste projekata:

- projekti oblikovanja sa ciljem izražavanja neke zamisli,
- estetski projekti sa ciljem razvijanja aktivnosti koji su bitni za estetski odgoj studenta,
- problemski projekti rješavanja misaonih zadataka odnosno zaključivanja i uspoređivanja,
- specifično nastavni projekti s ciljem stjecanja školskih vještina (Žlebnić, 1962, prema Matijević 2008).

Navedena podjela zasnovana je na planiranju i oblikovanju obrazovanja stavljajući nastavu u kontekst stvarnoga života usmjeravajući učenika na samostalna stvaranja kroz ručni rad i dramatizacije, odgojne aktivnosti poput čitanja, slušanja i promatranja te razvijanje misaonih procesa i stjecanje školskih vještina (Poljak, Jagić, 2008). Brojni drugi autori poput Collingsa i Murraya na sličan način klasificiraju projekte imajući na umu njihovu dobrobit za kompletan razvoj pojedinca.

2.1. Razlika između tradicionalne i projektne nastave

Tradicionalna nastava ograničena je nastavnim programom, u istoj su dodijeljene teme koje je potrebno obraditi i u slaboj je vezi s drugim predmetima odnosno nastavni sadržaji se ne povezuju sa nastavnim sadržajima srodnih predmeta. U tradicionalnom obliku nastave javlja se najčešće frontalni oblik rada odnosno izravno poučavanje u kojem nastavnik zajednički poučava učenike/studente na način da im svoja znanja prenosi govorom, prikazivanjem sadržaja putem projektnih uređaja (videoprojektorom za prikaz sadržaja s računala, grafoskopom itd.) te pokazivanjem izvođenja rada. Koristeći se navedenim metodama nastava se odvija na način da učenici/studenti sjede, slušaju, gledaju i prepisuju nastavne sadržaje bez aktivnog sudjelovanja u nastavi, a ponekad niti ne slušaju niti razumiju što im se predaje već jedva čekaju da nastava završi. S ciljem povećanja zainteresiranosti učenika/studenta, želje za učenjem te boljim povezivanjem usvojenih znanja i vještina potrebno je nastavu usmjeriti učeniku/studentu tako da učenik/student bude dovoljno aktivan i da svojim djelovanjem stekne potrebna iskustva. „Studenti žele učiti, a učiti znači biti aktivan. Učiti znači stjecati iskustva.“ (Matijević, 2008). Naime, navedeno se ne može postići ukoliko se provodi tradicionalni oblik nastave u kojem se nastavnik pojavljuje kao predavač. U takvim oblicima nastave ciljevi su usmjereni na to što će nastavnik predavati, a od učenika/studenta se traži da steknu teoretska znanja prepuna podataka, činjenica i definicija. Nasuprot tradicionalnoj nastavi, u nastavi usmjerenoj učeniku/studentu nastavnik zauzima ulogu mentora, a ciljevi nastave su usmjereni na to koje zadatke će učenici/studenti ostvariti i koje osposobljenosti će steći tijekom nastavnih aktivnosti, a koja će im biti potrebna za buduća radna mjesta i svakodnevni život. Nastavni proces u projektnoj nastavi podrazumijeva zajednički rad učenika/studenta i nastavnika.

2.2. Ciljevi i svrha projektne nastave

Kao što je ranije navedeno ciljevi projektne nastave moraju biti jasni u pogledu toga što će učenici činiti odnosno koja znanja i koje osposobljenosti će steći tijekom nastavnih aktivnosti. Učenje slušanjem i gledanjem trebalo bi zamijeniti učenjem činjenjem, učenjem igrom i učenjem otkrivanjem ili istraživanjem (Matijević, 2008). Naime, rješavanjem nastavnih aktivnosti metodom projektne nastave učenici bi trebali naučiti učiti, istraživati, raditi u timu i međusobno surađivati, samostalno pronalaziti informacije i potrebne podatke,

steći socijalne i komunikacijske vještine, iznositi vlastite stavove, ideje i mišljenja itd. Navedeni ciljevi se ostvaruju različitim didaktičkim strategijama primjerice didaktičkim radionicama u kojima se razgovara u manjim skupinama, zajednički se istražuje, razmjenjuju se znanja i stječu iskustva, sve se zajednički radi i na kraju zajednički vrednuje. Također, valja naglasiti da se važne osposobljenosti stječu i praktičnim radom odnosno radom rukama ili ručnim radom koji je u školama često zanemaren i koji dovodi do slabog razvoja motoričkih sposobnosti, a time i do nezadovoljavanja uvjeta učenika za upis u strukovne škole gdje se traže dobre motoričke sposobnosti primjerice zubotehničari, obrtnici u raznim područjima itd. Isto tako, za razliku od drugih didaktičkih strategija projektnom nastavom se uspješnije mogu ostvariti odgojni ciljevi primjerice odgoj za suradnju, upornost, samostalnost, kreativnost, iskrenost, solidarnost itd.

2.2.1. Kriteriji za izbor projektne nastave

Prema Kock i Ott (1989) kriteriji za izbor projektne nastave su:

- zadovoljavanje potreba odnosno da potrebe učenika odgovaraju temi projekta,
- uvjetovanost situacijom odnosno da se projekt odnosi na stvarnu, aktualnu situaciju,
- međuznanstvenost, odnosno, da u obrađivanju teme sudjeluje više nastavnika različitih predmeta,
- samoorganiziranost procesa učenja koji je od strane učenika uključuje procjenjivanje rezultata,
- usmjerenost proizvodu odnosno usmjerenost projekta nekom djelu npr. izložbi
- kolektivno ostvarenje koje podrazumijeva odgovornost svih članova skupine za uspješnost projekta,
- društveni značaj odnosno usmjerenost projekta nekom aktualnom događaju tako da nečemu služi (Matijević, 2008).

Projektna nastava bila bi idealna kada bi obuhvatila sve prethodno navedene kriterije, odnosno da tema projekta zadovoljava potrebe učenika, a ujedno da projekt bude povezan sa realnim situacijama. Bilo bi poželjno da projekt povezuje više predmeta na kojima sudjeluje više nastavnika te da omogućuje učeniku samoprocjenu. U izradu projekta su uključeni svi članovi sa ciljem usmjerenosti projekta na aktualni problem i mogućnost izlaganja istoga.

Prema Thomasu ranije navedeni kriteriji su u suštini isti, a nalažu da projektna nastava i učenje treba zauzimati središnje mjesto u kurikulumu i da se studente kroz problemske zadatke i pitanja vodi ka glavnim konceptima i načelima područja poučavanja. Nadalje, projektna nastava treba uključivati što više multidisciplinarnih istraživanja kroz koja studenti ulažu mentalne napore i time razvijaju mentalne sposobnosti te dopušta visoku razinu odgovornosti studenata i ujedno im pruža osjećaj autentičnosti kojim se ostvaruje veza školovanja i „stvarnog svijeta“ (Thomas, 2000).

2.3. Problemska, istraživačka i projektna nastava

Suvremeno obrazovanje nastavnicima nameće brojne izazove među kojima je jedan od značajnijih obogaćivanje nastavnog procesa različitim sadržajima, metodama i oblicima poučavanja te u konačnici odmak od tradicionalnog pristupa poučavanju koje je podijeljeno u stroge, zasebne predmete. Odmak od frontalne nastave, danas omogućuju pristupi poučavanju koji neminovno uključuju problemska i istraživačka pitanja te projekte, sa zajedničkim ciljem pripremanja studenta za cjeloživotno obrazovanje i budući rad u skladu sa zahtjevima modernog društva (Cindrić, 2006; Bognar i Matijević, 2005). U nastavku su navedene razlike, ali i zajedničke komponente problemske, istraživačke i projektne nastave. Problem se veže za bilo koju situaciju u kojoj su neke obavijesti poznate, a druge je potrebno otkriti odnosno istražiti. Problem je veza problemske i istraživačke nastave jer se pojavljuje u oba oblika nastave. U problemskoj nastavi problem se nalazi u njenom središtu, a u istraživačkoj nastavi se pojavljuje kao predmet istraživanja. Razlika je u tome za što se želi učenike osposobiti. Problemska nastava ima za cilj osposobiti učenike za rješavanje problema dok istraživačka ima za cilj osposobiti učenike za provedbu istraživanja. Nadalje, za snalaženje u svakodnevnom životu, rješavanje problema kao i vještina suočavanja s problemom je kompetencija koja se razvija kroz školovanje dosljednim radom (Cindrić, 2016).

Problemsku i projektanu nastavu veže projekt. Unutar projektne nastave učenici izvode nastavne zadatke u obliku projekata koji se mogu pojaviti i unutar problemske nastave u slučaju rješavanja složenijih problema kada je ključ uspješnosti njihovog rješavanja dobro planiranje, organiziranje i izvođenje. Problemska nastava zasniva se na iskustvenom učenju što znači da učenik uči u procesu snalaženja u novim uvjetima i rješavanjem identificiranih problema dolazi do novih spoznaja (Pecko, 2015). Projektna nastava je model organiziran oko projekta koja se temelji na problemskoj nastavi u kojoj učenici istražuju i uče sadržaj na

autentičan način (Thomas, 2000). Projektna nastava nastoji učenika približiti problemskim situacijama na način da učenici s radošću eksperimentiraju i samostalno pronalaze rješenja, a ne da se zadovolje s pruženim tumačenjima (Garmaz, 2006). Problemska i projektna nastava postaju neovisne jedna o drugoj u situacijama kad se problem može riješiti brzo bez izvođenja projekta odnosno istraživanja i pronalaženja potrebnih podataka i informacija ili kad projektnom zadatku cilj nije istraživanje i rješavanje problema.

Projektna nastava se veže i za istraživanje jer je ono prisutno u svakom projektu gdje treba istražiti nove informacije i riješiti problem. Ponekad će se dogoditi da će sve tri navedene strategije doći u vezu primjerice kada će neki problem biti potrebno istražiti, a istraživanje će u sebi uključiti projekt istraživanja (Matijević, 2008).

Budući da su navedene strategije često u međuovisnosti bitan je redoslijed uvođenja svake. Učenike bi prvo trebalo učiti projekte jer se mogu izvoditi bez rješavanja problema i istraživanja, zatim bi ih trebalo učiti rješavati probleme kako bi se osposobili i za rješavanje složenijih projekata i na kraju dolazi učenje učenika istraživanju kada su već dovoljno osposobljeni za rješavanje problema i za izradu projekta.

2.4. Pojam „projekt“

U hrvatskom jeziku postoji više značenja pojma projekt, no za didaktičke potrebe najprihvatljivije značenje tog pojma je da je projekt svaki zaokružen, cjelovit i složen pothvat čija se obilježja i cilj mogu definirati, a mora se ostvariti u određenom vremenu te zahtijeva koordinirane napore nekoliko ili većeg broja ljudi, služba, ustanova i sl. (Matijević, 2008. str. 196) U fakultetima se pod tim „pohvatima“ podrazumijevaju poslovi koji zahtijevaju napore studenata, profesora i drugih zaposlenika, vanjskih suradnika itd. kako bi se ostvarili ciljevi učenja. Među sudionicima u izradi projekta glavni subjekti su profesori i studenti iako je često i sudjelovanje roditelja i za te projekte se koristi izraz nastavni projekt odnosno projekt u nastavi.

2.5. Projektna nastava kao didaktička strategija

Na samom početku potrebno je definirati pojam „strategija“. Pojam „strategija“ je postupak koji uključuje planiranje dugoročnih ciljeva i način njihova ostvarivanja, a projektna nastava je kao didaktički izraz najbliža tom pojmu jer predstavlja postupak u kojem je

potrebno temeljito planiranje od strane profesora, studenta i ostalih sudionika i potom usmjeravanje plana ostvarivanju ciljeva učenja, odgoja, rješavanja problema, izrade predmeta itd.

2.5.1. Klasifikacija projekata

Ovaj rad usmjeren je na poimanje projekta u okviru nastave radi ostvarivanja određenih ciljeva učenja. S obzirom na to pojam projekt doveden je u vezu s različitim faktorima nužnim za njegovo provođenje unutar obrazovnih institucija. Faktori poput sudionika, ciljeva i trajanja projekta temelj su raznim autorima za klasifikaciju projekata. Jedan od primjera takve klasifikacije je podjela s obzirom na:

- a) broj sudionika (individualni, rad u paru, skupni, razredni, školski itd.),
- b) područje razvoja (spoznajni (kognitivni) razvoj, čuvstveni (afektivni) i motorički razvoj),
- c) tijelo ili ustanovu (razredni, školski, gradski, županijski itd.),
- d) ciljeve (istraživački, praktični, ekološki itd.),
- e) nastavni predmet (tehnički, povijesni, fizikalni itd.),
- f) trajanje (poludnevni, cjelodnevni, tjedni, mjesečni, polugodišnji, godišnji, višegodišnji),
- g) povezanost projekta s nastavom ili školom (nastavni/izvannastavni projekti, izvanškolski projekti) (Bognar, Matijević, 2002).

Navedene vrste projekata dolaze najčešće u kombinaciji primjerice skupni, praktični, mjesečni i izvanškolski projekt u kojem svaka skupina treba isplanirati i praktično izraditi zadani zadatak u unaprijed dogovorenom roku.

Iako većinu kompetencija bitnih za život osobe stječu individualnim aktivnostima ne smiju se izostaviti ni osobine ličnosti koje osobe stječu pri obavljanju timskih aktivnosti kao što su spremnost na suradnju u timu, tolerancija među članovima tima, razumijevanje za osobine ostalih sudionika primjerice ukoliko su sporiji, nespretniji itd. U timskim projektima je bitna međuovisnost odnosno da Studenti znaju da su u svemu zajedno, da međusobno pomažu jedni drugima, da imaju u vidu da svaki član mora doprinijeti postizanju ciljeva, da znaju rješavati sukobe i donositi odluke. Nadalje, od velike je važnosti dobar odabir i jasno definiranje uloga svakog člana tima jer će tako svaki Student znati koji su njegovi zadaci i da se bez njegovog

rada i truda neće ostvariti planirani projekt. Neke od uloga članova projektnog tima su sljedeće: zapisničar, stručni savjetnik, istraživač, glasnogovornik, crtač, pretraživač interneta.

2.5.2. Uloga studenata u projektnoj nastavi

U projektnoj nastavi studenti su u prvom planu, a nastavnik im samo pomaže u ostvarivanju. Studenti daju inicijativu za rad sukladno njihovom interesu i sposobnostima, samostalno pronalaze potrebne informacije i podatke, samostalno planiraju etape rada i donose odluke, rješavaju probleme, iznose mišljenja i ideje, međusobno surađuju unutar tima i stječu komunikacijske vještine, sudjeluju u samoocjenjivanju i vrednuju rezultate rada. (Fabijanić, 2014).

Nadalje, projektna nastava doprinosi povećanju motivacije kod studenata i same želje i aktivnosti za učenje i rad pogotovo kod onih studenata koji su nezainteresirani i kojima je nastava dosadna. Projektnom nastavom studenti su više posvećeni misaonom i praktičnom radu pri čemu se razvijaju kognitivne funkcije studenata koje uključuju sposobnost rješavanja problema, sposobnost komuniciranja i suradnje s drugima, sposobnost timskom radu i rukovođenju vlastitim radom (Thomas, 2000).

Budući da projektna nastava nastoji povezati kognitivno, socijalno i moralno učenje studenti uče povezivati vještine, elemente znanja i tehnike rada u smislenu cjelinu i što je najbitnije stečena znanja i vještine uče primjenjivati u praksi (Munjiza, Peko, Sablić, 2006).

2.5.3. Uloga nastavnika u projektnoj nastavi

Nastavnik u projektnoj nastavi ima ulogu koordinatora, savjetnika, moderatora. Usmjerava i pomaže Studentima u njihovom radu, potiče ih na samostalnost i stvaralačko izražavanje, motivira ih i upoznaje metodama samoprocjene te vrednuje rezultate rada.

Nastavnik priprema nacrt projekta koji navodi što i zašto se izvodi te planira dogovor o načelima komunikacije. Pretražuje podatke, surađuje s vanjskim suradnicima i prikuplja financijska sredstva za projekt. Prema prikupljenim podacima i financijskim sredstvima optimizira projekt nakon čega slijedi definiranje radnih pravila sudionika projekta.

Nakon makro pripreme projekta, slijedi mikro priprema koja uključuje izradu plana rada, podjelu zadataka, usmjeravanje i prilagodbu sudionika projekta i navođenje na ispravnost rada.

2.5.4. Pomagači – suradnici u projektnoj nastavi

U projektnoj nastavi, osim studenta i nastavnika kao glavnih subjekata nastavnog procesa pojavljuju se pomagači, a neki od najvažnijih su nastavnici na fakultetu, dekan i stručnjaci izvan fakulteta te druge institucije ukoliko se projekt ostvaruje u suradnji s drugima. Pomoć dekana je svakako dobrodošla kako u dogovaranju suradnje sa stručnjacima izvan fakulteta tako i na osobnom surađivanju na projektu. Nastavnici drugih kolegija povezani s tematikom samog projekta mogu pružiti pomoć u uvježbavanju i unapređivanju projektne nastave te rješavanju problema u organizaciji iste. Pripomoći može i knjižničar usmjeravanjem na izvore i literaturu potrebnu za izradu projekta. U pojedinim fazama projekta pozivaju se stručnjaci izvan fakulteta, a ponekad i studenti njih posjećuju na njihovim radnim mjestima kako bi iz prve ruke dobili saznanja i upoznali se s radnim procesima.

Iz navedenih uloga može se vidjeti da projektna nastava stvara zajednicu ljudi različite dobi, obrazovanja, iskustva, stavova koji međusobnom suradnjom nastoje doprinijeti uspješnoj izradi projekta (Matijević, 2008).

2.6. Etape projektne nastave

Projektna nastava uključuje različite etape, odnosno, slijed logičkih aktivnosti studenata i nastavnika, koje se u proučenim izvorima ponešto razlikuju, ali se mogu razlikovati s obzirom na posebnosti projekta te vrstu i razinu obrazovanja. Ova nastava najčešće uključuje sljedeće etape:

1. pripremna faza u kojoj se odabire tema projekta koja može biti određena nastavnim planom i programom ili nekim aktualnim događanjima, određivanje cilja projekta odnosno što se želi postići i određivanje zadaća,
2. planiranje – izrada plana provedbe projekta koji uključuje određivanje mjesta i vremena rada, potrebnog pribora i materijala te metoda rada, podjela učenika u skupine i podjela radnih zadataka unutar istih, određivanje načina na koji će se donositi odluke i načina kako će se rješavati eventualni problemi,
3. provedba projekta prema utvrđenom planu i dodijeljenim radnim zadacima te dokumentiranje provedbe u obliku fotografija, videozapisa, bilješki i sl.,

4. predstavljanje projekta rezultata i proizvoda projekta koji nastaju projektnim aktivnostima učenika, nastavnika i ostalih sudionika,
5. vrednovanje rezultata odnosno procjenjivanje ostvarenosti cilja, kritički osvrt na cjelokupan rad odnosno što se postiglo, što je dobro učinjeno, a što je moglo učiniti bolje, procjenjivanje zadovoljstva učenika.

Unatoč prethodno navedenim etapama, koje su uvijek prisutne pri realizaciji projektne nastave, pojedini autori različito pristupaju metodologiji provedbe ove nastave. Tako Milat (2004) navodi sljedeće etape:

1. definiranje projektnog zadatka,
2. iskazivanje potreba za uspješno obavljanje zadatka,
3. izrada / razrada projekata,
4. operacionalizacija- razrada tehnološkog procesa,
5. izrada projektiranog radnog zadatka,
6. kontrola tehničkog funkcioniranja uratka.

Pojedini autori često izjednačavaju projektnu i problemsku nastavu, pa među etape vrlo često uvode one koje su uglavnom dio problemske nastave. Tako Cindrić (2006) etape projektne nastave prikazuje na sljedeći način:

1. zapažanje problema
2. upoznavanje problema
3. postavljanje hipoteze
4. razmišljanje o načinima rješavanja
5. istraživački plan
6. izvedba
7. izvođenje zaključka
8. prezentacija
9. vrednovanje rada. (Cindrić, 2006: 5)

Iako postoje sličnosti, projektna i problemska nastava se nikako ne mogu poistovjetiti. Naime, dok su kod projektne nastave uvijek prisutni elementi (pa tako i etape) problemske nastave, u problemskoj nastavi nema elemenata projektne nastave.

2.6.1. Predstavljanje projekata

Rezultati projekata mogu se predstaviti na razne načine. Studenti mogu svoje rezultate predstaviti na fakultetu, a one značajnije mogu predstaviti i izvan fakulteta. Neki od njih će održati kratko izlaganje uz izrađenu prezentaciju, neki će prikazati izradu predmeta (makete, modela, uređaja, stroja) dok će drugi možda izraditi plakat, letak ili brošuru. Moguća je izrada i multimedijalnog sadržaja ili video uratka. Rezultate projekta primjerice prezentacije sa fotografijama i video isječcima moguće je staviti i na web stranicu fakulteta i na taj ih način učiniti dostupnima ostalim studentima, nastavnicima i drugim sudionicima.

2.6.2. Ocjenjivanje odnosno vrednovanje rezultata projekata

Prije samog vrednovanja rezultata projekata potrebno je znati što i kako treba pratiti tijekom projektnih aktivnosti, kako procijeniti individualne aktivnosti, a kako rad u paru ili skupini, što vrednovati u oba slučaja te koristiti li tradicionalne skale za ocjenjivanje ili se prikloniti opisnom praćenju i ocjenjivanju.

2.6.2.1. Najčešće greške vrednovanja projektne nastave

Najčešće greške vrednovanja projektne nastave pojavljuju se pri oslanjanju nastavnika na tradicionalnu ljestvicu od pet ocjena koja se koristi za ocjenjivanje uspješnosti u spoznajnom (kognitivnom) području. Često traženje samo elemenata intelektualnih aktivnosti odnosno toga što student zna ine uzimanje u obzir kako projektna nastava nije samo učenje informacija nego i stjecanje osposobljenosti studenata za uspjeh u daljnjem radu nakon obrazovanja i snalaženju u svakodnevnim problemskim situacijama.

Elementi kojima bi se nastavnik trebao voditi za vrednovanje studenata u projektnoj nastavi su kakvoća aktivnosti učenika, kakvoća predstavljanja projekata i kakvoća dokumentacije, razina suradnje koju student pokazuje, odnos prema aktivnostima, samostalnost pri radu, komunikacijske vještine, snalažljivost unutar tima uključujući socijalne vještine i odgovornost te odnos prema ostalim sudionicima. Procjenom funkcionalnosti uratka vrednuju se psihomotorne vještine, dok se tijekom predstavljanja projekta, diskusije i refleksije vrednuje razumijevanje sadržaja i spoznajne vještine (Padovan, Kovačević, Purković, 2018).

Takav način vrednovanja koji podrazumijeva formativno vrednovanje ima za cilj davanje povratne informacije nastavniku koja studenta usmjerava na napredovanje i poboljšanje.

Naime, znanje i razumijevanje sadržaja vidljivi su iz provedenih aktivnosti studenata, tijekom kojih nastavnik prati studenta, uočava načine kojima student postiže najbolje rezultate, uočava slabosti i vrline studenta i na temelju svega toga dobiva spomenutu povratnu informaciju kojom studenta vodi k uspjehu.

2.6.2.2. Pogodan način ocjenjivanja u projektnoj nastavi

Kontrolne liste ili tzv. *check* liste pogodne su za procjenjivanje individualnih aktivnosti i aktivnosti u paru ili skupini te postignutih rezultata. Matijević (2008) predlaže dvije kontrolne liste od kojih jedna služi za procjenu cijele skupine, a druga za procjenu individualnih aktivnosti u projektu (tablica 1 i tablica 2). Navedene tablice su u nastavku proširene pojedinim elementima bitnima za procjenu studenata u inženjerskom i tehničkom obrazovanju. Predložene liste mogu koristiti nastavnici, a mogu se dati i studentima za samoprocjenu i samoocjenjivanje. Neke od prednosti koje proizlaze iz takvog načina ocjenjivanja su kvalitetno planiranje potrebnih zahvata za unapređenje, praćenje napredovanja, rješavanje razvojnih teškoća studenata koje će nastavnik nastojati popraviti nakon što ih primijeti tijekom rješavanja projektne aktivnosti primjerice ako primijeti da je pojedini student asocijalan u skupini potrudit će se i za drugu aktivnost dodijeliti prikladnije uloge i zadatke kako bi poboljšao radnu atmosferu u skupini, ali i utjecao na promjenu ponašanja pojedinog studenta.

U tehničkom i inženjerskom obrazovanju ističu se oni projekti koji rezultiraju izradom konkretnog proizvoda ili uratka kao rezultat timskog rada, a kojeg studenti samostalno osmisle, izrade i na kraju prezentiraju i provode diskusiju i refleksiju. Pri tom suradnja predstavlja bitan element u projektnoj nastavi jer se njome studenti uče međusobno poštivati i slušati jedni druge. Timski rad omogućuje studentima da nauče savladavati prepreke i rješavati sukobe, da postanu samostalniji i odgovorniji, da nauče donositi odluke i iznositi ideje i kritička mišljenja. Ljudi ovise jedni o drugima stoga je kakvoća suradnje s drugima bitna za kakvoću djelovanja pojedinca. Do izražaja dolazi i kritičko i kreativno razmišljanje studenata te povezivanje tehničko-tehnoloških spoznaja s drugim područjima primjerice matematike i informatike te povezivanje stečenog znanja sa stvarnim svijetom. Pri izradi proizvoda ili uratka studenti imaju priliku raditi s raznim materijalima, alatima, uređajima, strojevima i instrumentima pri čemu teorijska znanja primjenjuju u praktičnom radu.

Tablica 1. Procjena cijele skupine

Osobine, kvalitete, uspjeh	ističe se	zadovoljava	nedovoljno
suradnja – skupina kao cjelina			
prihvatljivo rješavanje sukoba			
radno ozračje			
rješenje (proizvod/uradak) kao rezultat timskog rada (estetski izgled (dizajn), preciznost uratka, funkcionalnost uratka, izvješće (tehničko izražavanje)			
kvaliteta predstavljanja proizvoda ili uratka			
kreativno i kritičko razmišljanje			
povezivanje tehničko-tehnoloških spoznaja s drugim područjima			
povezivanje stečenih znanja sa stvarnim svijetom			

U nastavi tehnike i inženjerstva važno je upoznati predznanje studenta i uvažavati njegov pristup rješavanja problema bez obzira je li isti tehnički ispravan. Na taj način moguće je individualizirati nastavu i težiti izgradnji ispravnih pristupa rješavanja problema od strane studenata. Pri realizaciji projekta interes i motivacija studenata imaju veliku važnost stoga je potrebno odabrati zanimljive projektne zadatke koji će potaknuti aktivno sudjelovanje studenata i razvijanje psihomotornih vještina koje su u tehničkim zanimanjima preduvjet za razvoj spoznajnih vještina. U nastavi tehnike, provjeravaju se i socijalne i komunikacijske vještine koje studenti razvijaju i poboljšavaju timskim radom i suradnjom sa svim sudionicima projekta. Pritom se vrednuju ponašanje (opće ponašanje, odnos prema nastavniku i ostalim učenicima, prihvaćanje odgovornosti i pravila) te zalaganje pri čemu se vrednuje uključenost u rad i odnos prema radu, odnos prema materijalnim sredstvima).

Tablica 2. Procjena individualnih aktivnosti

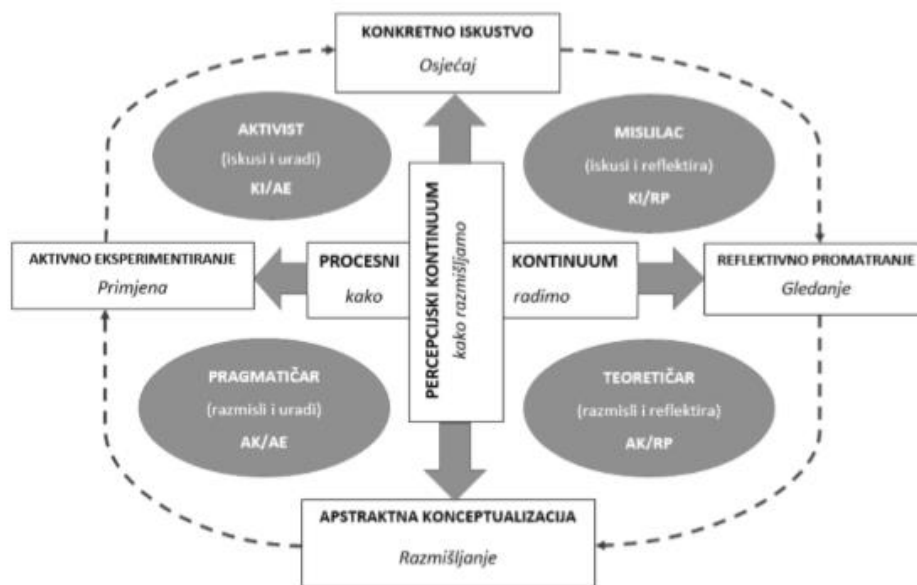
Stupanj isticanja u nekim osobinama			
	ističe se	zadovoljava	nedovoljno
interes, motivacija			
suradnja			
vlastita inicijativa			
snošljivost na razlike suradnika			
solidarnost			
samostalnost			
snalažljivost			
stvaranje novih zamisli			
ustrajnost, marljivost			
organizacijske sposobnosti			
odgovornost i ozbiljnost			
psihomotorne vještine			
spoznajne vještine			
komunikacijske vještine			
socijalne vještine			
jasnoća izražavanja			
kritičko razmišljanje			
logičko zaključivanje			

U element vrednovanja spada i razina samostalnosti pri čemu se procjenjuje učestalost neprimjerene pomoći od strane drugih sudionika u nastavi. (Purković, 2015). Nadalje, provjerava se i jasnoća izražavanja prilikom predstavljanja projekta i iznošenje kritičkog mišljenja prilikom diskusije o samom projektu te logičko zaključivanje.

2.7. Kolbov model iskustvenog učenja

U tehnici i inženjerstvu iskustvo, pa tako i iskustveno učenje ima važnu ulogu i takvim procesom učenja, koji se zasniva na stjecanju iskustava, postiže se bolja učinkovitost nastave i postignuća učenja. Iskustveno učenje ima svoju važnost kako za vrijeme školovanja tako i tijekom cijelog života. Takva vrsta učenja potiče aktivnost kod učenika/studenata koji u tom slučaju više moraju raditi, nego slušati odnosno moraju čitati, pisati, voditi rasprave, ali i

naučiti rješavati konkretne probleme, što je u nastavi tehnike veoma važno. Takvim učenjem, učenici/studenti međusobno uče razmjenjujući vlastita znanja i iskustva, uz pomoć nastavnika koji ima ulogu mentora odnosno pomagača. U nastavku je prikazan Kolbov model iskustvenog učenja prema kojemu iskustvo utječe na formaciju i promjene ideja i razmišljanja. Taj model prikazuje kontinuirani proces u koji učenik/student kreće s vlastitim iskustvima, koja zatim nadograđuje iskustvima ostalih učenika/studenata. Prema Kolbu učenje se ostvaruje međusobnim podudaranjem razmišljanja i akcije jer je o iskustvu potrebno razmišljati, a osjećaji i misli koji iz toga proizlaze doprinose donošenju zaključaka i utvrđivanju koncepata (Lapov Padovan, Kovačević, Purković, 2018).



Slika 1. Kolbov model iskustvenog učenja

3. INŽENJERSTVO I OBRAZOVANJE INŽENJERA

Važan segment svakog tehničkog i inženjerskog obrazovanja je projektno učenje koje ima visoku važnost za razvoj adaptacijskih i anticipacijskih kompetencija studenata. U adaptacijske kompetencije spadaju sva provjerena znanja i vještine koje pojedinac posjeduje i koje će mu nakon obrazovanja pomoći da se što bolje prilagodi svijetu rada. Nasuprot njima, anticipacijske kompetencije se odnose na razvoj mentalnih sposobnosti i kognitivnih vještina koje su potrebne za snalaženje pojedinaca u svakodnevnim životnim situacijama, a posjedovanje istih je od velike važnosti u inženjerstvu i tehničkim zanimanjima. U suvremenom obrazovanju uvelike je izražena potreba za posjedovanjem takvih kompetencija, stoga se pred obrazovne institucije postavljaju zahtjevne zadaće za razvoj istih.

S ciljem ispunjavanja zahtjeva suvremenog svijeta, suvremene metode poučavanja koje, između ostalog, uključuju projektno i problemski zasnovanu nastavu dolaze sve više do izražaja. Projektno zasnovana nastava studentima je zanimljivija, studenti su motiviraniji i imaju veće samopouzdanje. Isto tako, spremni su za timski rad i postaju odgovorniji te smatraju da su im znanja i vještine koje steknu tijekom projektne nastave puno korisnije nego kad je u pitanju tradicionalna nastava (Purković, 2016).

U tehničkom obrazovanju do izražaja dolaze projekti koji za rezultat imaju materijalizaciju tehničko-tehnoloških tvorevina koje studenti sami osmišljavaju, izrađuju, prezentiraju i na kraju razmjenjuju stečena iskustva. Radom na projektima studenti se susreću s različitim tehničkim materijalima i sredstvima (strojevi, uređaji, instrumenti, alati), računalnim aplikacijama, multimedijalnim sadržajem i dokumentacijom (Purković, Bezjak, 2015).

Dobro poznavanje, a time i razumijevanje tehnike i tehnologije, sposobnost adekvatnog izbora sredstava rada i sposobnost rukovanja tehničkim sredstvima važan je dio osposobljenosti svakog pojedinca. Tehničko obrazovanje uvelike doprinosi razvoju sposobnosti potrebnih za rješavanje problema, nudi kreativna iskustva, mogućnost sudjelovanja u timu i stjecanje vještina neophodnih za budući rad pojedinaca bez obzira koji će posao raditi. Pristupi učenja trebaju pratiti trend tehnološkog razvoja i shodno tome izravno poučavanje zamijeniti stjecanjem iskustava studenata. Takvu vrstu učenja studenti će primjenjivati i nakon obrazovanja, kako u profesionalnom radu tako i u svakodnevnim životnim situacijama. (Purković, 2018).

3.1. EPS (*European Project Semester*)

Primjer uspješno provedene projektne nastave je Europski projektni semestar (EPS) koji je pokazatelj pozitivnih iskustava rada na projektu i doprinosa razvoju intelektualnih, ali i socijalnih dobrobiti za sve članove uključene u projekt.

Europski projektni semestar poznat kao EPS (*European Project Semester*) pokazao se kao korisna metoda poučavanja u obrazovanju inženjera. Razvio se 1995. godine kada su se studenti počeli okupljati kako bi radili na multidisciplinarnim projektima u međunarodnim timovima i postigli zajedničke ciljeve. To se pokazalo kao učinkovit način za privlačenje i motiviranje studenata, a uz to im takav način rada pruža međunarodno iskustvo i time razvijaju svoje tehničke vještine. Nekoliko sveučilišta u Europi, primjerice u Danskoj, Nizozemskoj, Norveškoj, Poljskoj, Njemačkoj, Francuskoj, Finskoj, Portugalu i Španjolskoj sada nude ovaj međunarodni semestar na svojim sveučilištima. Projektini timski rad koji se provodi tijekom ovog semestra predstavlja interdisciplinarnu aktivnost koja zahtijeva napore stručnjaka s različitom vrstom stručnosti. (Carlos de Campos, Tadeu Dirani, Manrique, 2012). Iz navedenog da se zaključiti da bismo i mi poput spomenutih zemalja trebali implementirati ovakav pristup radu s obzirom da se pokazao izuzetno kvalitetnim, motivirajućim i uspješnim.

Tipičan vremenski raspored EPS-a je sljedeći:

1. tjedan: uvod, teambuilding/timski rad, prezentacije tvrtke i timski sastanci s tvrtkama, komunikacije, sustavne inovacije,
2. tjedan: ekološki subjekti, Europsko pravo, grupni rad na projektu,
3. tjedan: unakrsno kulturno komuniciranje i razumijevanje, međunarodni marketing. grupni rad na projektu, jezik,
4. tjedan: upravljanje projektima, pregled projekta 1, grupni rad na projektu, jezik,
- 5-7. tjedan: grupni rad na projektu, jezik,
8. tjedan: grupni rad na projektu, jezik, podnošenje privremenog izvješća
9. tjedan: grupni rad na projektu, jezik,
10. tjedan: grupni rad na projektu, jezik, pregled projekta 2,
- 11-16. tjedan: grupni rad na projektu, jezik,
17. tjedan: grupni rad na projektu, podnošenje konačnog izvješća o projektu,
18. tjedan: ispit, diplomiranje.

Iz prikazanog vremenskog rasporeda da se zaključiti da studenti marljivo rade na projektima detaljno prolazeći kroz sva područja bitna za realizaciju projekta što uključuje samo upoznavanje s odabranim tvrtkama, susretanje s područjima poput Europskog prava i marketinga, samog učenja jezika te grupnog rada na projektu.

3.1.1. Karakteristike i izbor projekta

Poželjno je da projekti budu stvarni industrijski problemi no ponekad je zbog brige o komercijalnoj povjerljivosti potrebno osigurati projekte temeljene na fakultetu. Raditi grupni projekt zajedno sa studentima iz drugih zemalja lako nadoknađuje sve razlike bilo kulturne, jezične, razlike u znanjima i vještinama.

Prije svakog semestra projekti se traže od industrije što rezultira brojnim projektnim prijedlozima koji su zajednički razrađeni i opisani na standardnom obrascu. Prijedlozi se šalju svim sudionicima na EPS-u dovoljno vremena prije početka semestra nakon čega se studentima prepuštada odaberu projekt koji su njima od interesa i motivacije. Obično studenti biraju projekt u kojima mogu koristiti svoje područje studija, a nadzornik domaćeg sveučilišta bude obaviješten o odabiru projekta od strane svojih studenata.

3.1.2. Formulacija problema i vježbe u timu

Vrlo je važno da svi članovi projektne skupine razumiju opis projekta koji im je dao pružatelj projekta. Ako je potrebno, projektna skupina bi trebala ponovno napisati tekst i imati vlastitu formulaciju problema u dogovoru s pružateljem projekta i akademskim nadzornikom projekta.

3.1.3. Formiranje i razvoj projektnih grupa

Sve projektne grupe su interdisciplinarne i međunarodno mješovite. Iako se svi projekti temelje na inženjerstvu, oni sadrže i poslovne, ekonomske i marketinške elemente što doprinosi kod studenata stjecanje iskustva iz više različitih polja. Osim toga, studenti se pridružuju timovima i tečajevima teambuilding-a i uče vrijednost raznolikosti uloga u timu. Također se daje značenje kognitivnih i političkih problema u timskom radu.

U nastavi timskog rada mora biti jasno što se od sudionika očekuje. Primjerice, očekuje se da će svi pokazati odgovornost, poduzeti inicijativu kad god je to potrebno, pokušati preuzeti vlasništvo nad svojim projektom i vremenom, pokušati razviti stavove u timu. Studenti moraju vlastite napore pridružiti naporima drugih s ciljem postizanja većeg uspjeha.

3.1.4. Tipične faze razvoja grupe

Kako bi se razvile interpersonalne vještine važno je znati da timovi slijede tipične i predvidljive razvojne faze. Poznavanje toga omogućuje da se poduzmu odgovarajuće mjere.

Faze razvoja grupe:

- Faza 1: OBLIKOVANJE (nesigurnost)

Faza nesigurnosti je mjesto gdje se gradi ili formira tim. Ovu početnu fazu karakteriziraju nesigurnost i oprez. Svatko treba pažnju, pomoć i brigu. Ova situacija može se olakšati druženjem i međusobnim razgovorom pod opuštenijim okolnostima u kojem će se studenti predstaviti, reći odakle dolaze i zašto su se odlučili pridružiti ovom projektu.

- Faza 2: STORMING (individualizam)

Ova faza je puna oluje i otpora. Studenti se pokušavaju sakriti i iskoristiti mnogo energije pokušavajući ne izaći na vidjelo sa svojim pravim osobnim mišljenjem. Ponekad se osobnosti sukobljavaju i studenti smatraju da nitko ne govori njihovim jezikom. Ne poznaju se odgovornosti, a studenti bi trebali pokušati razviti zajedničko razumijevanje onoga što će se dogoditi i zašto će se dogoditi. Svatko se mora prilagoditi okruženju grupe. Svi članovi skupine trebali bi se odreći neke od svojih autonomija. Skupina treba pokušati razviti zajedničku obvezu i zajednički raditi na tome. Studenti moraju biti hrabri preuzeti inicijativu, razmišljati pozitivno i međusobno komunicirati i dogovarati se. Potrebno je „razbiti“ led s neočekivanim prijedlozima jer netko mora započeti s idejama.

- Faza 3: NORMING (poziv)

U ovoj fazi se čini da je napetost manja i atmosfera opuštenija. Studenti imaju tendenciju raspravljati o stvarima o kojima se slažu s ostalima. Svi članovi tima su sve dublje uključeni i pokušavaju se izbjeći mogući sukobi izazvani suprotnim mišljenjima i stavovima. Studenti pronalaze rješenja za rješavanje problema. Bitno je da su pozitivni i da se ne ustručavaju preuzeti inicijativu.

- Faza 4: IZVOĐENJE (provedba)

Ova faza se također naziva fazom produktivnog rada. Skupina je sada došla u fazu u kojoj osjećaju da poznaju snage i slabosti jedni od drugih i da znaju tko što radi i zašto. Studenti međusobno poznaju svoje zadatke i svi su angažirani i predani izradi projekta.

Navedene faze razvoja bitne su za projektnu nastavu jer se istima razvijaju interpersonalne vještine koje su potrebne u timskom radu, a timski rad je izrazito zastupljen u projektnoj nastavi. Rad u timu je važan pogotovo onda kada je potrebno riješiti složenije zadatke koji zahtijevaju međuzavisnost članova tima. Posjedovanjem interpersonalnih vještina studentima je lakše uspostaviti komunikaciju i suradnju s drugima.

3.2. Smjernice za izvođenje projekata

Rad na projektu uključuje kolektivne aktivnosti u kojima se donošenje odluka treba odvijati kroz faze identifikacije, razvoja, odabira i provedbe. Važno je da u svakom trenutku svaki član zna što drugi članovi rade i zašto. Kako bi se ispunili ciljevi projektnog tima, koji je naveden u nastavnom planu i programu, studentima se savjetuje da usvoje sljedeće postupke:

- a) identifikacija problema, formulacija projekta, ciljevi i zadaci koje treba provesti i specifikacija,
- b) analiza raspoloživih znanja, tehnika, ograničenja i resursa,
- c) izrada planiranog rasporeda ciljeva koje treba postići u različitim fazama aktivnosti kako bi se zadovoljila specifikacija problema,
- d) izvršenje plana te pažljivo dokumentiranje rezultata i procjena njihove važnosti,
- e) usporedba rezultata s početnom specifikacijom problema i očekivanim rezultatima.

3.2.1. Razmatranje samoprocjene i vršnjačke procjene

Praćenje i procjenjivanje grupnog procesa je teško, ali važno. Tijekom tečaja pažljivo se prati timski rad tj. PROCES koji se provodi kako bi se osiguralo da je prednost rada u grupi održiva. Teškoća leži u raspodjeli odgovornosti među članovima tima. U idealnoj situaciji, jednaka odgovornost se daje svakom članu tima. U praksi, međutim, individualni doprinos svakog člana varira kako u kvaliteti tako i u količini. Iz tog razloga se koristi sustav

samoprocjene i ocjenjivanja bodova te sustav raspodjele bodova među članovima tima kako bi se postigla pravednost i kolegijalnost. Održava se tjedni sastanak između projektne skupine i njenog nadzornika. To daje nadzorniku mogućnost bliske suradnje s timom. Sastavlja se zapisnik svih sastanaka, a svakog mjeseca tijekom semestra nadzornici se sastaju kako bi razgovarali o pitanjima koji su značajni za projektne skupine.

3.2.2. Rezultati

Međunarodni projektni semestar EPS pokazao je da je izlaganje studenata inženjerstva međunarodnom timskom radu iznimno korisno. Zahtjeva i očekuje da će tim od 4-6 studenata izvršiti projekt integriranog inženjerstva i poslovanja koji je prikladan za njihov brzi razvoj. Ispitivači projekta bili su vrlo impresionirani projektnim izvješćima, ali što je najvažnije, studenti su temeljito uživali u tečaju i mogućnosti da rade s članovima tima iz drugih zemalja. Svi su učili stvari koje nikada ne bi iskusili na svom matičnom sveučilištu u svom redovitom studiju i stekli su nova iskustva. Saznali su da je iznimno važno da se netko može samostalno baviti problemima i rješavati ih u timu zajedno s drugim osobama, tražiti informacije i komunicirati s osobama koje imaju istu ili različitu kulturnu i obrazovnu pozadinu.

4. PROJEKTNA NASTAVA NA PRIMJERU OBRAZOVANJA INŽENJERA POLITEHNIKE

U ovom poglavlju navedene su upute za pripremanje i vođenje projektne nastave obzirom da je pomno planiranje i priprema ključna za uspješnu realizaciju. Pripremanje uključuje odabir materijala, mjesta provođenja nastave, organiziranje timova, predviđanje demonstracije i vrednovanja. Osim same pripreme važan je i proces vođenja kao i definiranja uloga svih sudionika u projektu.

4.1. Upute za pripremanje i vođenje projektne nastave

Što studentima treba prirediti?

1. Određene materijale za učenje koji će im u potpunosti olakšati rad (projekt), ubrzati njihove aktivnosti na projektu i pokazati glavna načela onoga što se očekuje da moraju znati. Navedeni materijali bi trebali biti dostupni online i sadržavati osnovna znanja o sklopovlju, elementima, mehanizmima, sučeljima, postupcima obrade, postupcima izrade, različitim rješenjima problema. Online materijali im ujedno olakšavaju međusobnu komunikaciju i razmjenu istih između studenata (u vrijeme kada nisu na predavanju). Potrebno je također omogućiti mjesto na internetskoj stranici preko koje studenti mogu postavljati i razmjenjivati svoje materijale (e-učenje).

2. Prirediti idealno okruženje za učenje da bi studenti uspjeli realizirati konstruktivan projekt, timski i u određenom vremenu

- profesor/mentor je obavezan pripremiti i previdjeti:
 - radno mjesto i raspored timova -odlučiti se za broj timova ili grupa ovisno o tome koliko je složen projekt te radno mjesto pripremiti tako da je sigurno za rad između timova (spojiti klupe, osloboditi prostor za kretanje...),
 - skupiti i dobiti dovoljan broj materijala ,elemenata, sklopova,
 - ispitati ispravnost svih alata ,strojeva, uređaja i pribora koji se koriste. Posebno treba obratiti pozornost na radno mjesto gdje svi studenti rade (poduzeti sve mjere kako ne bi došlo do neželjenih posljedica),
 - učionicu/radionicu prikazati kao poželjno mjesto, poticati radnu atmosferu, prilagoditi ugodan rad.

3. Pripremiti okruženje za prikazivanje studentskih rezultata kako bi studenti dali sve od sebe, pokazali što mogu, dokazali se i uočili da je nekome uistinu bitno ono što rade, ali i da postanu vještiji kako među sobom tako i u komunikaciji, odnosno da puno više nauče o temi koju su obrađivali. Studentima je potrebno organizirati i osigurati samo predstavljanje zadanog projekta ,prvo unutar grupe, da bi na što opušteniji način mogli predstaviti svoje rezultate. Rezultate projekta poželjno je predstaviti na fakultetskoj manifestaciji ili manifestaciji izvan fakulteta.

Predstavljanje projekta drugim studentima obvezno mora uključivati:

- predstavljanje određene aktivnosti koju izvodi pojedini član (uobičajeno vođa) tima - Što je rađeno? Iz kojeg razloga su napravili baš na taj način? Koji dio projekta je bio najteži? Što im se najviše svidjelo?
- demonstracija konačnog proizvoda – svatko od studenata mora pokazati i pobliže objasniti za koji dio je bio zaslužan i zbog čega je baš na taj način to učinio. Nakon toga slijedi demonstracija proizvoda odnosno njegova funkcionalnost i objašnjavanje pojedinih elemenata /segmenata.
- Rasprava – komentiranje i postavljanje pitanja od strane nastavnika i studenta
- Evaluacija – u kojoj studenti procjenjuju rezultate/uratkne zajedno s nastavnikom.

4.2. Na koji način provoditi projektnu nastavu?

Kod projektnog učenja i nastave profesor se svojom idejom, rješenjima, znanjem i savjetima ne smije nametati studentima, te što je više moguće inicijativu treba prepustiti studentima. Pritom mora imati na umu da studente vodi prema uspjehu te koristi razne aktivnosti da bi to ostvario.

Potrebno je pažnju posvetiti na:

- ***organizaciju tima***

Kako u projektnoj, tako i u drugoj nastavi znamo da svi studenti neće jednako biti zainteresirani i motivirani za ovakav rad, kao i da je nemoguće da svi postignu jednake rezultate. Zbog toga je iznimno važno da u svakome timu bude prisutan barem jedan student ili više koji imaju interesa, prepoznatljive sposobnosti te pokazuju sklonosti za rad na projektu i koji su sposobni i žele voditi svoj tim. Upravo na taj način se osigurava dinamika projekta od kojih i ostali studenti imaju koristi.

- ***nužno i neizbježno poticanje studenata***

Profesor ne smije imati očekivanja prema brzim i idealnim rješenjima studenata kod problemskih zadataka još u prvim fazama projekta, a nepoželjno je da im pruža gotovo rješenje (jer time studenti neće imati mentalni napor koji je iznimno potreban kao jedan od važnijih ciljeva nastave). Naprotiv, profesor bi trebao predlagati načine i mogućnosti te problemskim direktnim pitanjima zatražiti od studenata pojedina rješenja. Upravo na ovaj način se potiču studente na pronalazak rješenja kao i njihovu zainteresiranost.

Iznimnu važnost ima uvažavanje rješenja svakog od studenata kako bi se izbjegao strah od pogreške.

- ***važnost demonstracije***

U početku je potrebno pretpostaviti kako nemaju svi studenti potrebne vještine kojima bi upotrijebili tehnička sredstva, razne računalne aplikacije, programe u kojima se programira. Zato je veoma bitno da profesor kroz svaku etapu nastave odvoji dovoljno vremena za demonstraciju i pokazivanje pravilne uporabe određenih sredstava, korištenje i uporabu određenih programa ili primjenu drugih alata i to mora prikazati kroz projektnu nastavu na točno određenom primjeru.

- ***važnost predviđanja rješenja***

Unatoč mikro i makro planu koji su jedni od bitnijih dokumenata prema kojima se odvija nastava, nastavnik mora pravovremeno izraditi te realizirati svoje rješenje (koje ne treba i u većini slučajeva nije isto kao studentsko). Samo predviđanje je veoma bitno iz pogleda određenog vremenskog okvira, tj. radi provjere dali je u određenom vremenu moguće završiti projekt.

Projektna nastava na primjeru obrazovanja inženjera politehnike je profil sa više tehničkih područja (strojarstvo, automatika, elektronika, elektrotehnika, mehatronika). Kroz određeni period projektne nastave moramo težiti nekom konačnom proizvodu. U nastavku je kao primjer projektne nastave prikazan projekt izrade robot usisavača.

5. PRIMJER IZVEDENE PROJEKTNE NASTAVE - ROBOT USISAVAČ

Projektna nastava polazi od pronalaska teme te uključuje iscrpno planiranje i organiziranje kako bi provedba projekta rezultirala željenim ishodom. Iduće stranice obuhvaćat će etape projektne nastave na primjeru izrade robot-usisavača realiziranom od strane grupe studenata studija politehnike.

5.1. Pronalaženje teme

U okviru kolegija Praktikum ručne obrade materijala, zadatak pojedinih studenata politehnike bio je izraditi samostalan projekt. Od iznimne važnosti bilo je osmisliti temu koja bi zadovoljila interese svih sudionika projekta. Veliki doprinos dao je i profesor čija je uloga bila usmjeravanje i konzultiranje studenata u svezi njihovih vlastitih ideja i zamisli. Nakon definiranja konačnog zadatka, robot usisavača uz usmjeravanje i pomoć profesora krenulo se u izradu. Za uspješno provođenje projekta nužno je raspodijeliti uloge unutar tima te je svatko od studenata na temelju vlastitih afiniteta dobio svoj zadatak (etapu rada). Zadaci su bili raspodijeljeni od izrade kućišta usisavača pa sve do spajanja senzora, ugradnje kotača, ventilatora, DC motora itd. Cilj ovoga projekta je bio napraviti kompaktni i prilagodljiv uređaj prema određenim zahtjevima stroja i dostupnim sredstvima čija je uloga čišćenje podne površine prostorije, a koji će biti iskoristiv i jednostavan za uporabu i održavanje. Shodno tomu studenti su izradili detaljniji plan realizacije projekta.

5.2. Planiranje

Planiranje izrade ovog projekta nastao je u korelaciji kolegija Praktikum ručne obrade materijala s drugim kolegijima (Elektronika, Strojarska tehnologija, Praktikum električnih mjerenja) što je omogućilo korelaciju različitih sadržaja i znanja stečenih kroz navedene kolegije. U ovoj etapi projekta ključno je bilo istražiti i isplanirati sve aspekte nužne za uspješnu realizaciju. Nakon podjele zaduženja među studentima bilo je potrebno izvršiti dogovor o vremenskoj i prostornoj realizaciji, potrebnim resursima i materijalima za izradu te u konačnici pravilima zajedničkog rada. Kvalitetna komunikacija među studenima u timu bila je ključ tinskog rada te je omogućila da svaki član tima slobodno iznese vlastite prijedloge,

ali i kritike. Rad na projektu zahtjeva i dobru organizaciju prostora koja mora biti poticajna i motivirajuća svim pojedincima. Vodeći se tim saznanjima kao mjesto izvođenja za korištenje je odabrana učionica/radiona koja je sadržavala potrebne alate, pribor i materijale za izradu projekta. Vrijeme izvođenja vježbi bilo je predviđeno terminima utorkom od 8:00- 12:00 tekuće godine ili četvrtkom u poslijepodnevnom terminu. Organizacija je zahtijevala podjelu u skupine kako bi svaki član imao točno definirana zaduženja pri izradi. Stoga su studenti bili podijeljeni u 3 skupine te je svaka skupina imala određene zadatke. S ciljem ostvarivanja zadataka zajednički su donesene potrebne smjernice za planiranje potrebnih sredstava i materijala. Prvu skupinu činio je tim od 3 studenta koji su bili usmjereni na pisanje koda Ardafruit, elektroniku, senzore i diode. Druga skupina brojila je također 3 člana koji su obrađivali materijal, rezali ploče, oblikovali i izrađivali razne nosače i druge dijelove potrebne za robot usisavač. Posljednju skupinu činila su 3 studenta zadužena za osmišljavanje i izradu konstrukcije te slaganje mehaničkih dijelova projekta. Važno je istaknuti da su detaljna organizacija i planiranje važni čimbenici projektne nastave bez koje se produkt projektnog rada, u ovom slučaju robot usisavač ne bi mogao ostvariti.

5.3. Provedba projekta

Studenti, nositelji projekta, su zajedno sa svojim mentorom isplanirali način na koji će izraditi robot usisavač. Pritom valja istaknuti da u projektnoj nastavi općenito pa i u ovom slučaju profesor ne daje upute, već vodi proces planiranja te pripomaže u formiranju realnih ciljeva. Studenti su prikupljanjem materijala, crtanjem shema i mjerenjem dimenzija doprinijeli samom procesu izrade. U završnoj fazi rada na proizvodu posvetili su se samom dizajnu i estetici zbog čega su koristili zaštitnu foliju plave boje, tako da se elementi, elektromotor i žice nisu vidjeli. Problem je bio kod samog spajanja sklopa jer su neki dijelovi bili na nedostupnim mjestima, no uz savjete, demonstraciju mentora i nekoliko pokušaja rješavanja problem je bio riješen.

5.4. Predstavljanje projekta

Bitan segment projektne nastave jest i predstavljanje konačnog proizvoda. Nakon uspješne provedbe slijedi demonstracija, evaluacija i refleksija samog proizvoda, ali i puta do njegove realizacije. U predstavljanju sudjeluju svi članovi uključeni u projekt. Za potrebe

predstavljanja predviđena je prezentacija u Power-pointu u trajanju od 40-ak minuta. Prezentacija je slikama i dokumentacijom prikazala cjelokupan proces izrade, od pronalaženja teme pa sve do demonstracije rada konačnog proizvoda. Voditelj projekta ukratko je predstavio projektni zadatak, proces izrade i konačan proizvod. Zadatak svakog pojedinca bio je na što bolji način objasniti kolegama područje za koje je bio zadužen. Evaluacijom se ističu mogući problemi, prednosti i nedostaci proizvoda te eventualni prijedlozi za poboljšanje istoga. Nadalje, tijekom refleksije drugi studenti i profesor imaju priliku postaviti pitanja, prokomentirati, uvesti kolektiv u raspravu i razmotriti kako bi poboljšali uspješnost rada. Kao što je već spomenuto projektna nastava doprinosi kvalitetnijem učenju prilikom čega studenti imaju priliku obogatiti svoje prezentacijske i komunikacijske vještine, razviti kritičko i kreativno mišljenje te razvijati samoregulirano učenje pa je bilo interesantno utvrditi na koji se način ovaj projekt odrazio na studente u smislu zadovoljstva, stečenog znanja, razvijenih vještina i usvojenih vrijednosti.

5.5. Vrednovanje

Vrednovanje projekta zamišljeno je na način da studenti kojima se prezentira ocijene svakog od člana tima te na kraju iznesu svoje mišljenje o konačnom proizvodu. Također, jedan od oblika vrednovanja bilo je predlaganje savjeta, eventualnih poboljšanja, pohvala i kritika. Vrednovanje je obuhvaćalo kompletan projekt uključujući sam proizvod, sudionike, ali i način izlaganja. Konkretnije, vrednovala se funkcionalnost, preciznost i izgled proizvoda te studentova znanja o njegovoj izradi i uporabi. Jedan od segmenata vrednovanja jest i sam sudionik odnosno student koji je tijekom demonstracije trebao pokazati određenu razina znanja tijekom odgovaranja na pitanja. Vrednovao se stupanj njegove samostalnosti, aktivnosti, motivacije te komunikacijskih i organizacijskih sposobnosti. Stoga, osim osnovnih znanja student je trebao iskazati stečene vještine i sposobnosti koje je stekao ovim oblikom nastave. Vrednovanje se provelo i kroz tzv. *check* listu samoprocjene. Upitnik je namijenjen svakom članu grupe i zahtijevao je od pojedinca da donese procjenu svog rada što je vidljivo iz slike 2.

Zaokruži tvrdnju koja se odnosi na tebe:

- 1- u potpunosti se odnosi
- 2- djelomično se odnosi
- 3- ne odnosi se na mene

1. Cijelo vrijeme sam sudjelovao/la u radu grupe.	1	2	3
2. Pomagala sam drugim članovima grupe u njihovim zadacima.	1	2	3
3. Svojim idejama doprinjeo/la sam projektu.	1	2	3
4. Uvažavao/la sam tuđe ideje i prijedloge.	1	2	3

Što biste željeli poboljšati?

Kako biste mogli poboljšati svoj rad?

Navedite ograničenja rada.

Slika 1. Prikaz dijela *check* liste

6. RAZRADA DOKUMENTACIJE PROJEKTNE NASTAVE (NA PRIMJERU PRETHODNO NAVEDENOG PROJEKTA)

Priprema projektne nastave izvedena je po modelu PUD-BJ, tzv. piramidi putova učenja tehnike odnosno modelu učenja u nastavi tehničkog obrazovanja (Bezjak, 2009). Bezjak u početnu grupu svrstava aktivnosti koje su veoma značajne za razvijanje tehničkih kompetencija, a uključuju projektnu nastavu kao najbitniju u nastavi tehnike, zatim praktične radove u školi i na koncu školske kampove tzv. ljetne škole tehnike. S obzirom na to da je priprema i realizacija projektne nastave zahtjevna, u provođenje iste je stoga često uključeno više nastavnika iz više različitih nastavnih područja. U drugu grupu, prema redoslijedu provođenja, a nakon spomenute projektne nastave, praktičnih radova i školskih kampova svrstane su stručne ekskurzije, demonstracija u nastavi i školske izložbe učeničkih radova (proizvoda). Sve spomenute skupine aktivnosti se nadograđuju multimedijalnim lekcijama, lekcijama s audio-vizualnom podlogom i tradicionalnim lekcijama kada učenici/studenti već imaju razvijene tehničko-tehnološke vještine. U nastavku je prikazana spomenuta piramida koja učenika u nastavi tehnike različitim aktivnostima i pristupima vodi do željenog postignuća.



Slika 2. Piramida putova učenja tehnike (Bezjak, 2009).

6.1. Ciljevi (ishodi) projektne nastave

Projektna nastava omogućava studentima stjecanje složenijih znanja i vještina koja su im potrebna za život. U ciljeve (ishode) projektne nastave ubrajaju se osamostaljivanje studenata, razvijanje odgovornosti i stjecanje socijalnih, komunikacijskih, psihomotornih i spoznajnih vještina.

Konkretni ciljevi (ishodi učenja) za primjer ovog projekta povezani su s kompetencijama koje inženjeri politehnike trebaju steći na praktikumu ručne obrade materijala, a one se odnose na sljedeće:

1. Studenti će moći izvoditi normirane postupke ručne obrade papira, drva, plastike i metala uporabom ručnih i mehaniziranih alata;
2. Izvesti izolirane praktične aktivnosti obrade papira, drva, plastike i metala primjerene nastavi osnovnoškolskog i srednjoškolskog tehničkog obrazovanja;
3. Planirati, dokumentirati, realizirati i predstaviti vlastiti proizvod realiziran ručnom obradom materijala tijekom projektnog timskog rada;
4. Primijeniti mjere zaštite na radu pri ručnoj i mehaniziranoj obradi materijala u uvjetima školske radionice i inženjerskog praktikuma.

Iako se dio navedenih ishoda može ostvariti i izvođenjem tradicionalnih vježbi u praktikumu, projektnom nastavom se ostvaruje i niz drugih ishoda povezanih sa komunikacijskim i socijalizacijskim vještinama, oratorskim i prezentacijskim sposobnostima, korištenjem suvremene tehnike i tehnologije, te snalaženjem u uvjetima i situacijama koje nisu unaprijed poznate. Sve ove kompetencije povezane su s poslovima i situacijama s kojima se danas inženjeri susreću.

6.2. Makro - plan projektne nastave

Makro – plan projektne nastave predstavlja orijentir nastavniku kojim on treba načelno predvidjeti vlastiti rad. Ovaj plan nastavniku služi kao osnovica za daljnje detaljno planiranje, pripremanje i organizaciju sredstava i prostora za realizaciju nastave. Tehničko i inženjersko obrazovanje u tom smislu je izuzetno zahtjevno jer su sredstva, oprema i prostor za realizaciju neizostavan segment uspješne nastave.



Slika 4. Makro – plan projektne nastave za projekt „RUS“

6.3. Mikro - plan projektne nastave

Mikro – planom projektne nastave se želi što detaljnije predvidjeti i isplanirati aktivnosti, vrijeme, sredstva i druge uvjete potrebne za realizaciju projekta. Ujedno se sve ono što rade studenti tijekom nastave želi uskladiti sa željenim ishodima učenja. U tu svrhu se koristi rubrika „Zašto?“, jer sve što rade studenti tijekom praktikuma ustvari služi ostvarivanju ishoda učenja. Ako nešto tome ne služi ili aktivnost nije poveziva s ishodima, onda takva aktivnost ne treba biti dio nastave. Iako je uloga nastavnika često presudna za uspješnu realizaciju nastave i dovršenje projekta, nastavnik treba voditi računa o tome da njegova uloga ne bude dominantna, već da studente što prije dovede u stanje da sami (u međusobnoj suradnji i komunikaciji) vode projekt ka uspješnom dovršetku.

Tablica 3. Mikro – plan projektne nastave za projekt „RUS“

	Dogovaranje	Razrada ideje	Planiranje rada	Izrada i sastavljanje modela	Predstavljanje i izlaganje
Što?	<ul style="list-style-type: none"> -upoznavanje projektnog zadatka; Istraživanje različitih izvedbi robot usisavača; -istraživanje motora za pogon robota; -istraživanje materijala i sklopova koji se koriste za izradu modela; -izbor izgleda, materijala i sklopovlja od kojih će se izraditi proizvod. 	<ul style="list-style-type: none"> -idejni izgled rješenja; -omjeri i veličine s obzirom na materijale i sredstva; -dimenzije modela; -dimenzije dijelova mehanizma; -radionički crteži pozicija koje treba izraditi; -sastavni crtež modela; -elektro-shema; 	<ul style="list-style-type: none"> -vremenik izvedbe projekta; -podjela poslova i zadataka; -predviđanje materijala i sredstava za izradu; -troškovnik materijala i sredstava; -planiranje izrade/tehnologije obrade materijala; -operacijski i instrukcijski list. 	<ul style="list-style-type: none"> -Izrada podloge i konstrukcije robota-usisavača; - prilagodba elemenata za pogon robot-usisavača; -završna obrada i zaštita elemenata; -sastavljanje konstrukcije; -spajanje i povezivanje električnih i elektroničkih dijelova; -programiranje mikrokontrolera; - Ispitivanje funkcionalnosti i usklađivanje. 	<ul style="list-style-type: none"> -skupno predstavljanje projekta; -demonstracija funkcionalnosti modela; -individualno predstavljanje pojedinih etapa. -rasprava i odgovaranje na pitanja; -vrednovanje sklopa, crteža i odgovora;

Kako?	-razgovor o problemu i ograničenjima zadatka; -proučavanjem prilagođenih materijala; -međusobnim dogovaranjem	-razgovorom o mjerilu i veličini modela; -izradom idejne skice modela; -mjerenjem stvarnih rješenja; -mjerenjem gotovih elemenata i sklopova; -izradom skica i radioničkih crteža pozicija modela; -izradom sastavnog crteža modela; -izradom elektroničke sheme modela	-dogovorom o vremenu i načinu rada; -dogovorom o raspodijeli poslova; -izradom troškovnika; -istraživanjem sredstava, načina i postupaka obrade materijala; -Vođenjem aktivnosti studenata.	-primjenom postupaka obrade polimera i metala (rezanje, brušenje, bušenje, savijanje, lemljenje...); -nastavnikovim pokazivanjem sigurne uporabe alata i pribora; -nastavnikovim pokazivanjem logike programiranja sklopovlja; -suradničkim sastavljanjem i programiranjem sklopa.	-skupnom prezentacijom rada na projektu; Individualnom prezentacijom pojedinih faza rada; -demonstracijom rada sklopovlja; -predstavljanjem projektne dokumentacije; -iznošenjem problema i mogućih unaprjeđenja.
Gdje?	-u praktikumu; -u radionici;	-u predavaonici	- u predavaonici - u inf. učionici	- u praktikumu - u radionici	- u predavaonici
Kada?	studeni 2017.	studeni 2017.	prosinac 2017.	siječanj 2018.	veljača 2018.
Tko?	-nastavnik ; -studenti skupno; -vanjski stručnjak (partner).	-nastavnik ; -studenti;	-studenti	- studenti (skupno i individualno).	- studenti (skupno i individualno); - vanjski stručnjak
S čim?	-s pripremljenim materijalima za učenje i istraživanje; -uz pomoć računala i interneta; -s materijalima od kojih se grade slični proizvodi.	-s priborom za tehničko crtanje -s programom za oblikovanje AUTOCAD; -korištenjem mjernih instrumenata za mjerenje gotovog sklopovlja.	-uz pomoć primjera i uputa; -pomoću oglednog primjera troškovnika; -uporabom CAD programa za oblikovanje; -uporabom računala.	-uporabom materijala (pleksiglas, aluminijske navojne šipke); -uz pomoć ručnog alata i pribora za obradu polimera i metala. -uz pomoć stroja za rezanje stiropora ; -uz pomoć stolne bušilice; -uz pomoć mikro-kontrolerskog sklopa	-uz pomoć pripremljene prezentacije; -pripremljenom metodologijom demonstracije uratka; -pripremljenim individualnim izlaganjem; -pripremljenom

					projektnom dokumentacijom.
Zašto?	-zbog poticaja za rješavanje problema ; -zbog davanja smisla i značenja projektu; -zbog uvida u proizvod,materijale i sklopovlja;	-zbog upoznavanja oblikovanja i konstruiranja proizvoda; -zbog upoznavanja vrsta i načina predočavanja tehničkih tvorevina -zbog razvoja sistemskog pristupa rješavanju problema.	-zbog razvoja organizacijskih sposobnosti; -zbog upoznavanja tehnologije izrade; -zbog razvoja vještina uporabe vizualizacijskih alata za oblikovanje; -zbog razvoja komunikacijskih i suradničkih sposobnosti.	-zbog upoznavanja sredstava i tehnologije obrade materijala; -zbog upoznavanja svojstava materijala; -zbog razvoja suradničkih kompetencija; -zbog razvoja vještina sigurne uporabe strojeva,alata i pribora za obradu materijala; -zbog upoznavanja elektroničkog sklopovlja,aktuatora,senzora.	-zbog razvoja prezentacijskih vještina studenata; -zbog razvoja kritičkog i kreativnog razmišljanja; -zbog razvoja suradničkih i komunikacijskih vještina; -zbog utvrđivanja razvojne razine; -zbog postizanja više razine znanja u određenom području.

6.4. Pregled realiziranog projekta

U idućem dijelu opisat će se što se točno od studenata očekivalo da naprave, zatim će se prikazati tehnička dokumentacija te realizirani proizvod, uvjeti i ograničenja projekta te što su studenti radili i naučili tijekom rada na projektu.

Od studenata – budućih inženjera politehnike zahtjeva se da izrade projektnu dokumentaciju koja čini sastavni dio projekta. Sam početak dokumentacije zauzima naslovna stranica koja sadrži naziv projekta, imena članova tima te mjesto i datum. Drugi dio se odnosi na projektni zadatak, zahtjeve uređaja i dostupna sredstva koja se koriste. Nakon toga slijedi opis projekta koji uključuje opis razrade ideje, opis rada (aktivnosti) na projektu, detaljan opis proizvoda (njegova namjena, osnovne karakteristike), opis problema nastalih kod realizacije projekta, mogućnosti i korisne savjete koje će pridonijeti poboljšanju proizvoda, mogućnosti prodaje gotovog proizvoda. Nakon navedenog opisa potrebno je priložiti sastavni crtež (izometrijski crtež proizvoda, u konkretno zadanom mjerilu s pozicijama i sastavnicom), radionički crtež, električnu shemu ili shemu spajanja proizvoda, prikaz programskog koda i na kraju troškovnik koji sadržava redni broj, ime stavke, jedinicu mjere, količinu, pojedinačnu cijenu stavke, ukupnu cijenu stavke i sveukupnu cijenu.

Dijelovi projektne dokumentacije:

a) Naziv projekta: Robotski Usisavač (Projekt RUS)

Članovi tima: Matej Stošić, Ivan Gračanin, Antonia Škarpin, Mateo Grgurić, Iva Matetić, Alan Šalić, Matea Štefanac, Tea Budiselić, Mario Tibljaš.

Mjesto izvođenja: predavaona praktikuma na Filozofskom fakultetu u Rijeci

Vrijeme izvođenja: studeni i prosinac 2017., siječanj i veljača 2018.

b) Projektni zadatak

Studenti su na temelju vlastitih ideja, a u skladu s ograničenjima projekta odredili temu odnosno definirali projektni zadatak: prema određenim zahtjevima stroja i dostupnim

sredstvima za korištenje potrebno je bilo osmisliti, proučiti, konstruirati i napraviti robotski usisavač čija je uloga čišćenje podne površine prostorije.

Zahtjevi uređaja:

Zaobilaženje i izbjegavanje prepreka korištenjem dodirnih (taktilnih) senzora, usisavanje prljavštine na mjestu gdje uređaj radi, uz korištenje električne mreže neometano i brzo punjenje baterija, funkcionalno pražnjenje međuspremnik sa prljavštinom, pojedinačno uključivanje usisavača i samog uređaja preko tipki.

Dostupna sredstva za korištenje: elektromotori (DC), polimerni materijal (pleksiglas, PVC ploče različitih dimenzija i debljina), Arduino razvojna pločica (Ardufruit), taktilni senzori za Arduino platformu, tiskana pločica za elektroničko sklopovlje, ventilatori vijci za metal i pleksiglas, neupotrebljavano računalno napajanje, iskoristivi dijelovi raznih uređaja, vodiči koji se koriste za funkcionalnost električnog dijela, plastična samoljepljiva folija, sredstva i alat za ručnu obradu svih materijala, druga potrebna sredstva i materijali koji su potrebni za korištenje kod projekta.

Navedena dostupna sredstva su ujedno ograničenja (okviri) u kojima se projekt treba realizirati. Iz aspekta obrazovanja inženjera su vrlo bitna iz razloga što inženjeri uvijek rade proizvode koji trebaju nečemu služiti, a u izradi istih su ograničeni zahtjevima naručitelja, financijama, okruženjem i dostupnom tehnologijom. Dostupnim sredstvima se ujedno određuje koja znanja i vještine studenti trebaju steći nakon realizacije projektne nastave, a uključuju znanja o materijalima, tehnologiji obrade, sklopovlju i dizajniranju.

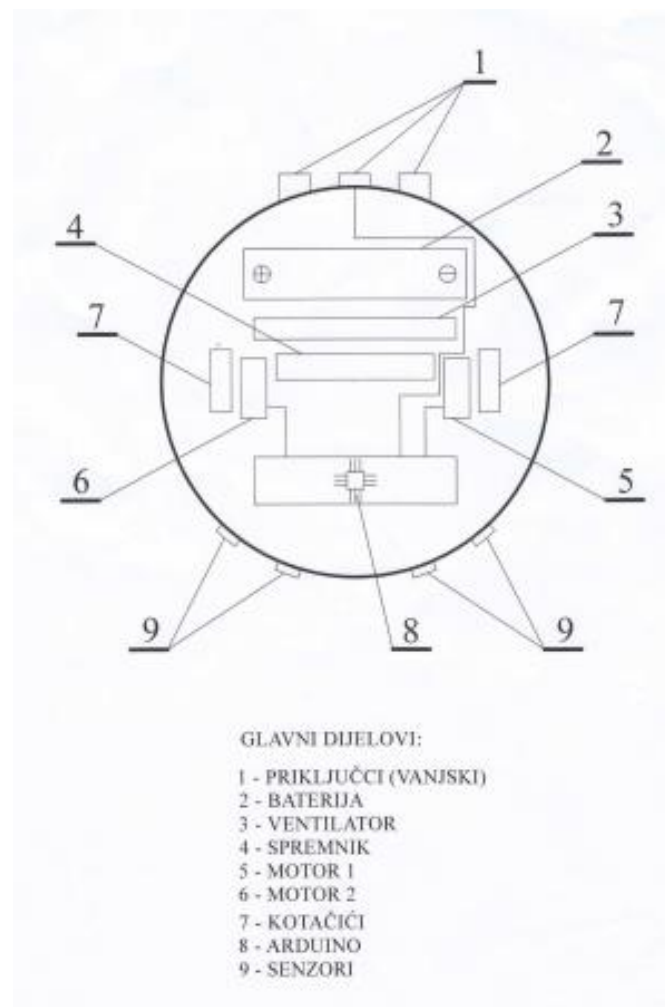
c) Razrada ideje

Studenti unutar tima dogovaraju kako bi proizvod trebao izgledati, odlučuju o dizajnu proizvoda i svakog pojedinog dijela, dimenzioniranju proizvoda, izboru materijala i gotovih elemenata sklopovlja te kako se nositi s ograničenjima poput manjka sredstava i uvjeta za rad. Ovakvim načinom rada studenti pospješuju svoje komunikacijske vještine, vlastite stavove, kreativno i kritičko razmišljanje. Timskim radom studenti ujedno pospješuju svoje organizacijske sposobnosti raspodjelom poslova i dužnosti te uče kako to sinkronizirati i povezivati.

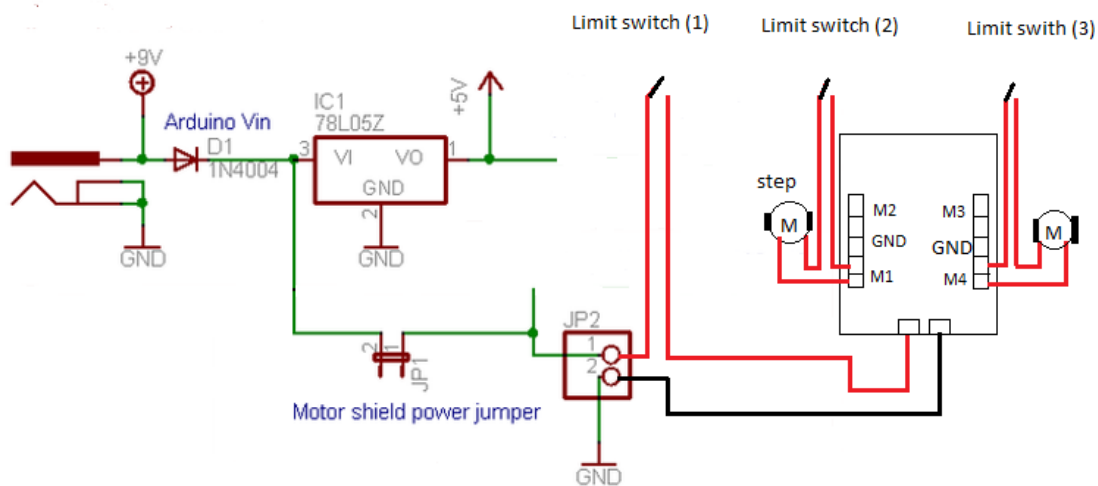
d) Aktivnosti na projektu

Aktivnosti projekta sastoje se od rezanja akrilnog stakla (pleksiglasa) na stolnoj pili. Naime, za projekt su potrebne dvije ploče (gornja i donja) \varnothing 33 cm, zatim slijedi obrada rubova ploča turpijom i brusnim papirom, nakon čega slijedi rezanje rupa na ploči na mjesta predviđena za kotače sa motorima. Nakon toga dolazi lemljenje spojeva, spajanje elektromotora na Arduino pločicu, spajanje taktilnih senzora i na kraju lijepljenje samoljepljive folije na gornju ploču proizvoda te sklapanje cijele konstrukcije (slika 5). Na kraju se provodi programiranje i usklađivanje proizvoda te se proizvod dokumentira.

Provođenjem navedenih aktivnosti studenti uče na koji način provesti pojedini tehnološki proces, kako pripremiti i koristiti alate i strojeve te kako osigurati radno mjesto i kojih se mjera zaštite na radu pridržavati kako ne bi ugrožavali vlastitu sigurnost, kao ni sigurnost ostalih članova tima.



Slika 5. Shematski prikaz proizvoda



Slika 3. Načelna električna shema proizvoda

Implementacija programskog koda odvija se u Arduino IDE sučelju koje podržava pojedine operativne sustave kao što su Microsoft Windows, macOS i Linux. Programski jezici koje navedeno sučelje koristi su Java, C i C++. S obzirom na korišteno sklopovlje pri programiranju su korištene biblioteke i funkcije za Ardafruit pločicu (slika 4).

```
#include <AFMotor.h>

AF_DCMotor motor(2, MOTOR12_64KHZ); // kreiraj motor

void setup() {
  Serial.begin(9600); // postavi biblioteku na 9600 bita/s
  Serial.println("Motor test!");

  motor.setSpeed(200); // podesi brzinu motora
}

void loop() {
  Serial.print("tick");

  if { limit_switch is.open(motor.run) // kada dodirni senzor dobije signal, pokreni motor i promjeni
    motor.run(FORWARD); // smjer
    delay(1000); //uključi motor i kreni naprijed
  } else (motor.run) // ako senzor nije uočio prepreku, nastavi u
    Serial.print("tock"); // zamišljenom smjeru
    motor.run(BACKWARD); // pokreni motor i omogući kretnju u natrag
    delay(1000);

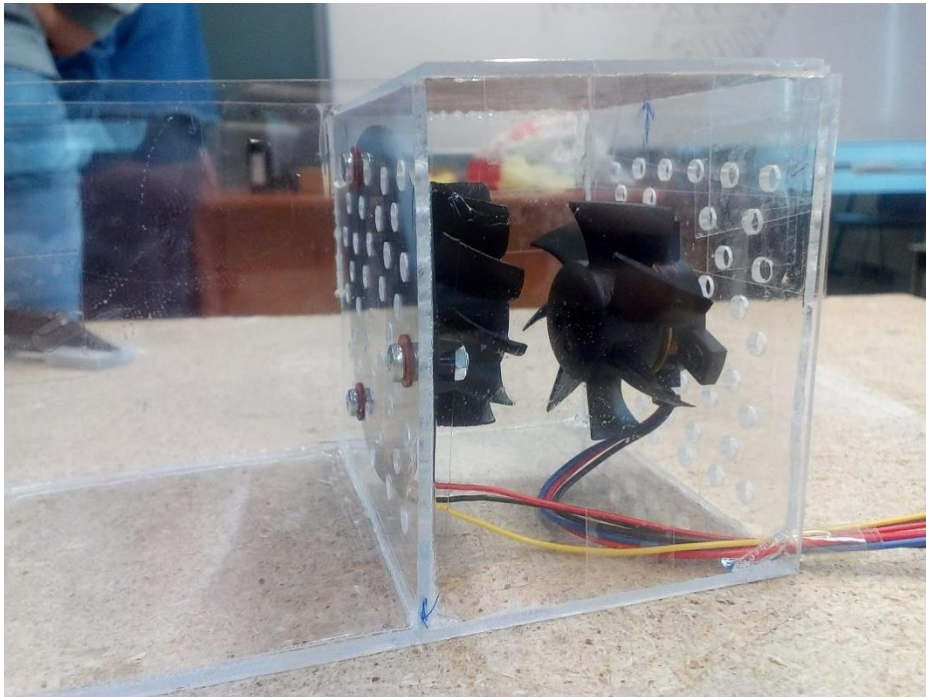
  Serial.print("tack");
  motor.run(RELEASE); // zaustavi, stopiraj
  delay(1000);
}
```

Slika 4. Primjer programskog koda uporabom Ardafruit pločice

e) Prikaz korištenih materijala i sredstava

Prethodnim dogovorom za potrebe izrade ovog projekta pribavljeni su određeni materijali neophodni za izradu robot usisavača, a uključuju materijal kućišta (pleksiglas debljine 4 mm), DC elektromotore sa kotačima 3 - 6V, ventilatore sa računala (hladnjak kućišta crne boje, dimenzija 40x40x10 mm), navojne šipke \varnothing 3mm ,dužine 80 mm, vijke m6 DIN 933-8.8, matice M6 DIN 315, Arduino UNO sklopovlje.

Akrilno staklo (pleksiglas) je prozirni termoplastični materijal koji se koristi vrlo često u zamjenu za staklo ,ponajprije zbog male težine, prihvatljive cijene i jednostavnosti oblikovanja, uz sve navedene faktore veoma lako se može oblikovati, bušiti , savijati, rezati, lijepiti.



Slika 5. Kućište proizvoda izrađeno od pleksiglasa

Istosmjerni motori su elektromehanički uređaji kojima se električna energija pretvara u mehaničku energiju. Mali istosmjerni elektromotori su uređaji koji koriste istosmjerni napon, što vidimo i po njihovom nazivu, olakšano im je kontroliranje brzine i upravo su zbog toga idealni za korištenje kod raznih projekata. Istosmjerni motori se koriste u mnogo uređaja, igračaka ,sklopova, itd.

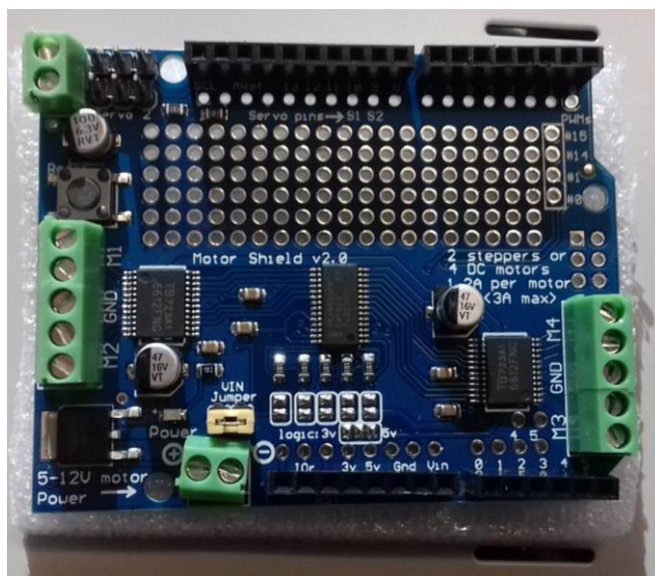
Specifikacije korištenog DC elektromotora:

- R260 istosmjerni elektromotor
- Nazivni napon: 3V
- Napajanje
- Broj okretaja bez opterećenja 7000 o / min ($\pm 10\%$)
- Promjer osovine:
- Pogodan za hobije, modele i druge projekte.

Platforma Ardafruit je otvorenog koda, nekomplikirana i jednostavna razvojna ploča koja sadrži ulazno/izlazne priključke i besplatnu programsku podršku. Veoma je prilagodljiva korisnicima baš zbog svoje jednostavnosti, tako da su i početnici bez puno napora u mogućnosti napraviti program i napraviti projekt sa Arduinoom. Srce Arduina kao i kod drugih sličnih sustava je mikrokontroler. Uz navedeni mikrokontroler u sklopu ove platforme nalazi se i integrirani sklop koji služi za komunikaciju sklopa sa računalom, te dodatne komponente koje su neizbježne za rad mikroprocesora (stabilizator napona, oscilator), kao i priključci za povezivanje ulazno izlaznih jedinica.

Specifikacije Ardafruit razvojne ploče:

- Frekvencija : 16 MHz
- Radni napon: 5 V
- Ulazni napon: 9 V
- Izlazni napon: 5-20 V
- DC struja za I/O pinove : 40mA
- DC struja za 3,3V pin: 50mA
- Flash memorija: 32 KB
- SRAM: 2 KB
- EEPROM: 1KB



Slika 6. Ardufruit Shield za pogon motora



Slika 7. Prikaz robotskog usisavača u završnoj etapi izrade

Troškovnik

<i>Red. br.</i>	<i>Stavka</i>	<i>Jedinica mjere</i>	<i>Jedinična cijena (kn)</i>	<i>Količina</i>	<i>Ukupna cijena (kn)</i>
1.	Vijak M6 x 80 mm, DIN 933-8.8	Kom	1,33	15	19,95
2.	Matica M6, DIN 315	Kom	2,07	15	31,05
3.	Podloške M6	kom	0,95	15	14,25
4.	Pleksiglas debljine 4 mm, prozirni	m ²	340,00	0,25	85,00
5.	Samoljepljiva ukrasna folija	m ²	80,00	0,25	20,00
6.	Elektromotori sa kotačima	Kom	35,00	2	70,00
7.	Baterija 9V	Kom	5,85	1	35,10
8.	Električni vodiči Ø2mm	m	14,00	1	14,00
9.	Ventilatori računala	kom	30,50	2	61,00
10.	Arduino UNO	kom	174,25	1	174,25
11.	Ardufruit pločica	kom	143,00	1	143,00
12.	Pleksiglas debljine 2 mm, prozirni	m ²	260,00	0,25	65,00
13.	Ljepilo za pleksiglas	Kom	20,00	1	20,00
14.	Aluminijske cijevi Ø 3,5 mm	m	38,58	1	38,58

SVEUKUPNA CIJENA	791,18 kn
-------------------------	------------------

7. ZAKLJUČAK

Tehničko i inženjersko obrazovanje je u današnjem suvremenom društvu koje se učestalo mijenja suočeno s mnogim problemima, a među najznačajnije spadaju porast tehničkih spoznaja i problem osposobljavanja studenata odnosno nedostatak tehničkih kompetencija, adaptacijskih kompetencija koje studentima pomažu u što boljoj prilagodbi svijetu rada te anticipacijskih kompetencija koje se vežu za razvijanje kognitivnih vještina i mentalnih sposobnosti. Porast tehničkih spoznaja i tržišna kretanja zahtijevaju od pojedinca da tijekom obrazovanja stekne širok spektar znanja i vještina koji će mu pomoći u daljnjem radu nakon obrazovanja i koji će stalno nadograđivati. U tom smislu, potrebno je koristiti suvremene pristupe poučavanja, kao što je projektna nastava kojom se integriraju spoznaje iz različitih područja te se usvajaju stvarna znanja i vještine potrebne svakom pojedincu danas. Nadalje, projektna nastava omogućuje aktivno sudjelovanje studenata i povećava motivaciju studenata. Radom na projektima koji za rezultat imaju proizvod/uradak studenti uče surađivati, preuzimati odgovornosti, susreću se s raznim tehničkim materijalima i sredstvima te računalnim aplikacijama, a što je najbitnije stječu iskustva koja na kraju prezentacije razmjenjuju i koja im mogu pomoći u ostvarivanju uspjeha u budućim zanimanjima. Navedeno se može uvidjeti iz prikazanog primjera projekta – Robot usisavač pri čijoj su izradi studenti politehnike imali priliku naučiti izraditi plan realizacije projekta i razmotriti moguća ograničenja kao što su vremensko ograničenje, mjesto izvođenja, potrebni materijal i alati. Međusobnom suradnjom u timu imali su priliku pokazati i poboljšati svoje organizacijske sposobnosti raspodjelom poslova i dužnosti. Kroz aktivnosti na projektu razvijali su psihomotoričke, intelektualne, socijalne i komunikacijske vještine, a u fazi refleksije i vrednovanja projekta imali su priliku iskazati svoja kritička mišljenja. Na temelju navedenog da se zaključiti da ovakvim načinom rada, kroz projektnu nastavu, studenti razvijaju brojne vještine kojima uz stečena znanja postaju bolji, kvalitetniji i konkurentniji. Kako bi se projektna nastava počela intenzivnije primjenjivati u obrazovanju inženjera potrebno je osigurati primjerene prostore za izvođenje takve nastave, odnosno radionice koje su pogodne za obradu materijala i korištenje ručnih i mehaniziranih alata u tu svrhu te je potrebno odvojiti više nastavnih sati za rad na projektima jer vremensko ograničenje može dovesti do smanjenja kvalitete rada. Osiguravanje boljih uvjeta za provedbu ovog i sličnih projekata zasigurno bi inženjere politehnike učinilo spremnijima za budući rad i potaknulo ih na cjeloživotno učenje koje je jedno od temeljnih zahtjeva modernog društva.

8. LITERATURA

Bognar, L., Matijević, M.: *Didaktika*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.

Carlos de Campos, L., Tadeu Dirani, E., Manrique, A.: *Project Approaches to Learning in Engineering Education, The Practice of Teamwork*, 2012.

Cindrić, M.: Problemska nastava i dječje strategije u nižim razredima osnovne škole, *Poučak*, Vol. 17, No. 65, 2016.

Fabijanić, V.: Projektna nastava: primjena u izradi istraživačkih radova učenika, *Educatio biologiae*, Vol. , No. 1., 2014.

Garmaz, J.: Izazovi HNOS-a: Projektna nastava u vjeronauku. *Crkva u svijetu*, Vol. 41 No. 2, 2006.

Lapov Padovan, Z., Kovačević, S., Purković, D.: Razvoj kurikuluma osnovnoškolske nastave robotike, 7-34, *Politehnika: Časopis za tehnički odgoj i obrazovanje*, Vol. 2, No. 1, 2018.

Milat, J.: *Metodika nastave radno-tehničkog područja – zbirka tekstova za pripremanje ispita – četvrto djelomično izmijenjeno i prošireno izdanje izdanje*, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije – Zavod za politehniku, Split, 2004.

Munjiza E., Peko, A., Sablić, M.: *Projektno učenje*, Sveučilište J. J. Strossmayera, Filozofski fakultet ; Učiteljski fakultet, Osijek, 2007.

Pecko, L.: Utjecaj problemske nastave na aktivnost učenika u nastavi prirode, *Metodički obzori*, Vol. 10(2015)2, No. 22, 2015.

Poljak, S., Jagić, S.: Nastava povijesti u OŠ Ivana Kukuljevića Sakcinskog u Ivancu: Aktivnosti tijekom školske godine 2007./2008. utemeljene na suvremenim nastavnim metodama, *Povijest u nastavi*, Vol. VI, No. 12 (2), 2008.

Purković, D.: *Elementi kontekstualnog pristupa učenju i poučavanju kao čimbenici uspješnosti nastave Tehničke kulture*, Nacionalni repozitorij disertacija i znanstvenih magistarskih radova, Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, 2016.

Purković, D., Bezjak, J.: Kontekstualni pristup učenju i poučavanju u nastavi temeljnog tehničkog odgoja i obrazovanja, *Školski vjesnik*, Vol. 64, No. 1, 2015.

Purković, D.: Razrada instrumenata za evaluaciju vještina i umijeća u tehničkom odgojno-obrazovnom području, *Državni stručni skup učitelja tehničke kulture Trogir*, 2015.

Purković, D.: Identification of optimal features of the knowledge base in project-based learning engineering education - Qualitative analysis of applications in engineering practicum, *MIPRO 2018 41st International Convention Proceedings*, Skala, Karolj (ur.), Rijeka: Croatian Society for Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics - MIPRO, 2018., 656-663.

Thomas, J. W.: *A Review of Research on Project-Based Learning*. San Rafael: The Autodesk Foundation, 2000.