

## POBOLJŠANJE ANGAŽMANA STUDENATA U NASTAVI IZ STATIKE KORIŠTENJEM JEDNOSTAVNIH MODELA

### IMPROVING STUDENT ENGAGEMENT IN STATICS CLASSES USING SIMPLE MODELS

Alma Žiga, Josip Kačmarčik  
Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici  
Zenica  
B&H

#### REZIME

*Ovaj rad prikazuje uvođenje praktičnog dijela u nastavu iz Statike u vidu jednostavnih i jeftinih modela sa kojima bi studenti radili podijeljeni u manje grupe. Cilj je povećanje angažmana studenata kako bi im se kroz praktične aktivnosti predstavili principi Mehanike, što bi dovelo do dubljeg nivoa usvajanja znanja i boljeg prolaza na završnom ispitu. U radu su dane procentualne prolaznosti studenata i srednje ocjena u zadnje dvije generacije kad je bilo praktičnog dijela i kada nije bilo praktičnog dijela nastave.*

**Ključne riječi:** Statika, modeli za nastavu, praktična nastava, angažman studenata

#### ABSTRACT

*This paper shows the introduction of practical parts in the teaching of Statics in the form of simple and inexpensive models, with which students would work, divided into smaller groups. The goal is to increase the engagement of students in order to familiarize them with the principles of Mechanics through practical activities, which would lead to a deeper level of knowledge acquisition and a better outcome on the final exam. The paper gives percentages of passing and average grades in the last two generations when there were and when there were no practical parts in classes.*

**Keywords:** Statics, models for classes, practical classes, student engagement

#### 1. UVOD

U skladu sa trenutnim razumijevanjem, mi ljudi razmišljamo, učimo i rješavamo probleme praveći poveznice i asocijacije ka našim prethodnim iskustvima [1]. Znači da ako se nečije prvo susretanje sa inženjerskim konceptima odvija samo kroz pasivno slušanje tokom predavanja ili kroz čitanje udžbenika, iskustvo neće biti dovoljno značajno ili bogato da bi se napravila poveznica. Većina istraživača u oblasti inženjerske edukacije u zadnje dvije decenije promoviraju principe aktivnog učenja i učenje u kome student ima centralnu ulogu. Po ovim principima, kada je student aktivno uključen u proces učenja, veća je vjerovatnoća da će razumjeti koncepte. Što je veća uključenost, veći je nivo usvajanja znanja i razvijanja kognitivnih sposobnosti [2]. Karakteristike aktivnog učenja su da učenici razgovaraju jedni s drugima, generišu nove ideje i kognitivne strukture (otkrivaju vlastite uvide i značenja iz aktivnosti učenja) [3].

Rad studenata u grupama na projektnom zadatku je važan jer ne samo da razvija dublji pristup učenju već također doprinosi bliskijoj atmosferi, upoznavanju studenata i građenju osjećaja

pripadnosti zajednici. Takve aktivnosti utiču na poboljšanje rezultata učenja svih članova grupe i promoviraju viša individualna postignuća nego pristup kompetencije ili individualnosti [2]. Razvijanje komunikacijskih vještina je ključno jer današnji poslodavci očekuju diplomirane inženjere koji znaju raditi u timu i koji imaju dobre komunikacijske i menadžerske vještine.

Inženjerska statika je temeljni predmet na fakultetu mašinstva i građevine. Mnogi studenti ga smatraju teorijskim i konceptualno složenim [4]. Zbog brojnosti studenata na prvoj godini studija, praktične vježbe su značajno smanjene ili su zamijenjene edukacionim softverima, videima i kvizovima [5]. Međutim, gdje god je moguć lični kontakt među studentima u učionici, studenti podijeljeni u manje grupe, praktične aktivnosti, sve to dovodi do pozitivnog ishoda u učenju studenata [6, 7, 4].

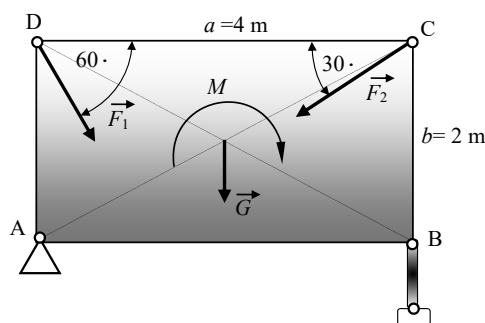
Ovaj rad opisuje pristup nastavi koji će dovesti do većeg angažmana studenata i boljih rezultata učenja u kursu Statika koji je na prvoj godini studija Građevinarstva. Prikazan je niz jeftinih, jednostavnih modela za rad studenata u malim grupama čiji je cilj da prikažu teoriju i pomognu studentima da bolje razumiju temeljne inženjerske principe.

## 2. PREDMET STATIKA

Građevinska Statika je predmet u prvom semestru studija. Obuhvata teme kao što su sistem sučeljnih i ravanskih sila, određivanje reakcija oslonaca ravnog i prostornog tijela i sistema tijela, težište, rešetke, nosače. Sedmično, predavanja obuhvataju tri sata, a vježbe dva sata. Od studenata se očekuje da urade dva programska zadatka u toku semestra što iziskuje još tri sata sedmično rada.

U toku akademske 2022./23. godine predavanje je osmišljeno tako da je predstavljanje teorije trajalo 1 do 2 školska sata, a ostatak je bio namijenjen praktičnom dijelu, gdje su studenti bili podijeljeni u grupe od 4 studenta. Studenti su trebali sami da provedu praktični zadatak, obave potrebne proračune, donesu određene zaključke i prezentuju rezultate svoje grupe.

U nastavku je predstavljeno nekoliko jednostavnih modela za praktičan dio nastave. U terminima kada nisu bili pripremljeni praktični modeli, a to je npr. termin kada su se postavljali uslovi ravnoteže tijela u ravni i predstavljale reakcije oslonaca, studenti su u grupama dobivali ploče kao na slici 1 za koje su trebali da postave uslove ravnoteže. Svo vrijeme rada, studenti su bili nadgledani i usmjeravani.



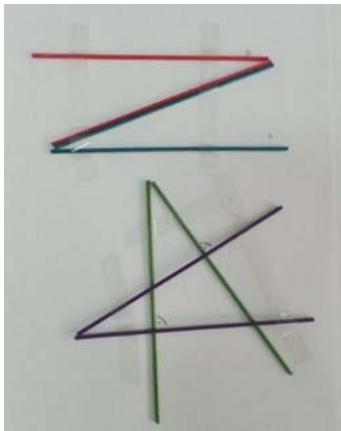
Slika 1 Ravnoteža tijela u ravni

## 3. MODELI ZA PRAKTIČNI DIO NASTAVE

Osmišljeno je nekoliko nisko-budžetnih aktivnosti koje bi pratile određene teorijske teme a koje bi pomogle studentima da kroz praktičan rad bolje razumiju koncept. Dodatni cilj je bio da se studenti međusobno upoznaju, komuniciraju i da se stvori pozitivna atmosfera koja će doprinijeti boljem ovladavanju gradiva.

U uvodnom predavanju ponavlja se trigonometrija iz srednje škole. U okviru ove teme definiše se jednakost oštih uglova gdje se kaže da su dva oštra ugla jednaka samo ako su im kraci: 1.

međusobno paralelni, 2. međusobno okomiti. Ova definicija ima svoju važnu primjenu kod definisanja uglova pod kojim djeluju reakcije oslonaca. Osmišljena je vježba da studenti od šarenih, drvenih štapića naprave dva jednaka ugla i to u prvom slučaju da su im kraci paralelni a u drugom kada su im kraci okomiti (slika 2). Studentima se ova vježba činila neobičnom. Nisu očekivali da se u prvim danima studija, koji su oni zamišljali kao neko predavanje „višeg nivoa“ pojavi tako trivijalan zadatak. Svi su ga uspješno uradili i pri tome se zabavili. Svaki put kada bi se u narednim terminima predavanja pojavio slučaj jednakosti oštih uglova, pravili smo poveznicu s vježbom s šarenim štapićima.



*Slika 2. Jednakost oštih uglova*

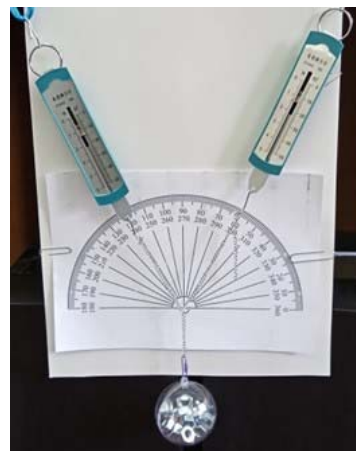


*Slika 3. Masa kuglice*

Naredno predavanje obuhvatilo je ravnotežu tijela gdje sve sile, aktivne i reaktivne, prave sučeljni sistem sila. Kao praktičan zadatak za studente osmišljen je test s plastičnom kuglicom napunjenom navrtkama (slika 3). Prvo se pomoću digitalne vage odredila masa kugle. Zatim se odredila masa iste kugle pri oslanjanju na strmu ravan, pri čemu je uža paralelno strmoj ravni (slika 4). Isti problem je riješen teorijski i napravljene su usporedbe dobivenih rezultata. Proveden je još jedan eksperiment s kuglicom gdje je ona bila teret vezan na dva užeta sa opruženim vagama (slika 5). Eksperiment je ponovljen teorijskim proračunom.



*Slika 4. Masa kuglice pri oslanjanju na ravan*



*Slika 5. Sile u kracima*

Prilika za naredni "jeftini" eksperiment se pojavila kod izučavanja rešetki. Studenti su dobili pakovanja špageta, pištolje s plastičnim ljepilom i nacrt mosta. Nakon uspješno napravljenih mostova prikazana je moć nošenja rešetkaste konstrukcije tj. odnos opterećenja i same težine rešetkastog mosta (slike 6 i 7). Uz pomoć softvera SolidWorks određene su sile u svim štapovima i ukazalo se na mogući problem izvijanja štapova koji su opterećeni pritiskom silom.



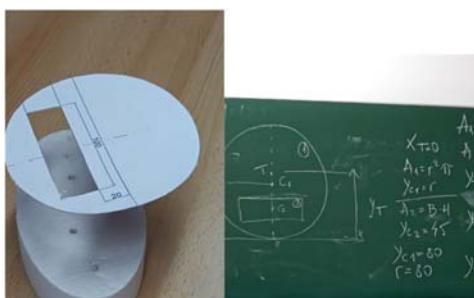
Slika 6. Rešetka s 11 štapova



Slika 7. Rešetka s 15 štapova

U sklopu teme o težištima površina i linija, studenti su dobili zadatak da za složenu površinu, koja se sastojala od elementarnih površina ( kruga, pravougaonika, trougla), odrede težište. Zatim je istu površinu trebalo iscrtati na pločastom materijalu poput kartona. Ako je težište tačno određeno, površina je trebala ostati u ravnotežnom položaju prilikom oslanjanja površine tačkom težišta na tanki štap. Studenti su prezentovali svoje rezultate proračuna i potvrdili praktičnim oslanjanjem na štap (slike 8 i 9).

Zadnja praktična vježba odnosila se na određivanje reakcija oslonaca prosto oslonjene grede. Kao opterećenje grede poslužila su pakovanja sokova od jednog litra. Greda je bila oslonjena na dvije kuhinjske, opružne vage (slika 10). Pokazano je kako simetrično opterećena greda pravi jednake reakcije na osloncima. Greda je bila pogodna i za dobivanje reakcija oslonaca uslovom da suma momenata za oslonac mora biti jednaka nuli. Nakon provedene vježbe studenti su morali da se riješe opterećenja grede tako da su svi morali popiti po 2 N opterećenja.



Slika 8. Težište s isječenom površinom



Slika 9. Težište trougla s polukrugom



Slika 10. Greda simetrično opterećena

#### 4. PROLAZNOST STUDENATA U ZAVRŠNOM ISPITNOM TERMINU

Nakon zimskog semestra uslijedila je završna provjera znanja. Studenti su imali mogućnost da ispit polažu u dva ispitna termina. Nakon provedenih ispita napravljena je usporedba sa prethodnom generacijom kada nije bilo praktičnih zadataka na predavanjima.

U obzir su uzeti svi studenti koji su bili te godine upisani u prvi semestar, uključujući i ponovce. U zadnjoj generaciji (akademska 2022./'23.) bilo je 32 studenta i na prva dva roka ispit je položilo 14 studenata (43%). U prethodnoj generaciji (akademska 2021./'22.) ispit je u prva dva roka položilo 11 studenata od 40 (28%). Treba istaći da od ukupnog broja studenata na evidenciji, samo dvije trećine do jedne polovine je prisustvovalo nastavi. Ponovci nisu bili u obavezi da prisustvuju.

Druga analiza odnosila se na prosječnu ocjenu. Primijećeno je povećanje prosječne ocjene. Ona je u zadnjoj generaciji iznosila 7,54, dok je u prethodnoj iznosila 6,67. Ovo povećanje srednje ocjene može biti pripisano povećanom interesu i većoj uključenosti studenata tokom praktičnog dijela predavanja. Postoji mnogo drugih uticaja koji su mogli dovesti do povećanja ocjena jedne generacije u odnosu na drugu. Ipak, ovi rezultati su ohrabrujući.

#### 5. ZAKLJUČAK

Rad opisuje uvođenje praktičnog dijela predavanja u predmet Statika u cilju povećanja studentskog angažmana kako bi se poboljšao nivo usvajanja znanja i postigao bolji rezultat na završnom ispitu. Osmišljeno je nekoliko "jeftinih" projektnih zadataka za studente koje su radili tokom nastave u manjim grupama. Primijećeno je povećanje prosječne ocjene na završnom ispitu. Iako su ovi rezultati ohrabrujući, ne može se donijeti opšti zaključak da praktični dio doprinosi boljim pedagoškim rezultatima. Međutim, evidentna je veća uključenost i interakcija među studentima u grupi. Ovaj rad pokazuje da se s malo materijala i malo više mašte može osmisliti praktični dio nastave koji će promovisati angažman studenata i donijeti bolje rezultate učenja.

#### 6. LITERATURA

- [1] J. D. Bransford, A. L. Brown and R. R. Cocking: How people learn, Washington, DC: National academy press, 2000.
- [2] K. A. Smith, S. D. Sheppard, D. W. Johnson and R. T. Johnson: "Pedagogies of engagement: Classroom-based practices," *Journal of engineering education*, vol. 95, no. 1, pp. 87-101, 2005.
- [3] D. W. Johnson and R. T. Johnson: "Cooperative learning: The foundation for active learning," in *Active learning*, 2018, pp. 59-71.

- [4] R. Karim: "Teaching and learning of fundamentals of mechanics in an innovative way to maximise students' understanding," in *2nd WIETE Annual Conference on Engineering and Technology Education*, Pattaya, Thailand, 2011.
- [5] A. Žiga and H. Alajbegović: "E-learning with PowerPoint: designing quiz questions," *Mašinstvo*, vol. 15, no. 2, 2018.
- [6] T. Molyneaux, S. Setunge, R. Gravina and M. Xie: "An evaluation of the learning of structural engineering concepts during the first two years of a project-based engineering degree.," *European Journal of Engineering Education* , vol. 32, no. 1, pp. 1-8, 2007.
- [7] T. Lucke: "Using hands-on activities to engage students in engineering mechanics," in *Proceedings of the Annual European Society for Engineering Education Conference*, 2012.