

## IZ NASTAVNE PRAKSE

# Nastava matematike na prvoj godini Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu

JADRANKA MIĆIĆ HOT, MORANA ANTUNAC-MAJCEN, PAOLA GLAVAN,  
PETAR GREGOREK, JULIJE JAKŠETIĆ<sup>1</sup>

### 1. UVOD

Potaknuti člancima o novim nastavnim planovima i programima u srednjim školama i na fakultetima, te o novim temama seminarskih i diplomskih radova na sveučilištima u Hrvatskoj (vidjeti [1], [6], [7], [4]), u ovom članku imamo namjeru govoriti o tome kako se danas izvodi nastava matematike na prvoj godini dodiplomskog studija FSB-u u skladu s Bolonjskom deklaracijom, te kako se provjeravaju ishodi učenja.

Govorit ćemo o nastavi temeljnih kolegija Matematika 1 i Matematika 2, koje slušaju svi studenti prve godine studija (na svim smjerovima: strojarstva, brodogradnje i zrakoplovstva). Osim toga, studentima druge godine predaju se kolegiji Matematika 3 i Matematika 4, čiji sadržaji (vektorska analiza, numerička matematika, funkcije kompleksne varijable) ovise o usmjerenju koje student izabire. Na pojedinim usmjerenjima studenti mogu u 3. semestru diplomskog studija izabrati jedan od dva matematička kolegija: Teorija odlučivanja ili Matematika 9 (numeričke metode). Nažalost, naši studenti više ne slušaju Nacrtnu geometriju koja je zamijenjena računalnim crtanjem. Na poslijediplomskim znanstvenim i stručnim studijima slušaju se izborni predmeti koji se svake akademske godine ažuriraju. Svu navedenu nastavu matematike izvode članovi Katedre za matematiku.

U našem članku napraviti ćemo pregled svih bitnih komponenti nastavnog rada. Kao i drugi studiji, studij strojarstva, brodogradnje i zrakoplovstva na FSB-u zahtijeva kontinuirano poboljšavanje sadržaja i metoda poučavanja matematike, kako bi studenti mogli upisati nove specijalističke kolegije, te se po završetku studija uključiti u suvremene poslovne izazove.

---

<sup>1</sup>Autori su članovi Katedre za matematiku Fakulteta strojarstva i brodogradnje, Zagreb

U našoj nastavi posebnu pažnju posvećujemo odabiru niza primjera kojima se rješavaju problemi iz svakodnevnih, realnih i smislenih situacija, čime studenti mogu uspostaviti poveznicu s drugim kolegijima, te sa svakodnevnim životom. Ishode učenja analiziramo preko kontinuiranog praćenja znanja i, klasično, preko pismenog i usmenog ispita. Počeli smo pratiti i prolaznost studenata prema tome jesu li upisani polaganjem razredbenog ispita ili na temelju rezultata državne mature. Također, na Katedri pripremamo nove programe u nastavi matematike na FSB-u.

Nadamo se da će ovaj članak potaknuti nastavnike matematike na drugim fakultetima da napišu svoja iskustva u strategiji učenja i provjeravanju ishoda učenja. Razmjena iskustava uvijek vodi poboljšavanju nastave matematike.

## 2. Nastavni plan i program Matematike 1 i 2

Kolegij Matematika 1 izvodi se u prvom semestru prve godine dodiplomske nastave na sva tri studija FSB-a. Ukupan broj sati nastave tjedno je 9, što je i ukupan broj ECTS bodova. Program kolegija predviđa analizu i obradu osnovnih tema iz:

- vektorskog računa i njegove primjene u analitičkoj geometriji ravnine i prostora;
- matričnog računa, rješavanja linearnih jednadžbi Gaussovom metodom;
- diferencijalnog i integralnog računa realnih funkcija jedne varijable, posebno primjenu diferencijalnog i integralnog računa u proučavanju trigonometrijskih i arcus funkcija (kružna gibanja), eksponencijalnih i logaritamskih (eksponencijalni rast), te hiperbolnih i area funkcija.

Redoslijed predavanja tijekom semestra je sljedeći:

1. Vektori i vektorske operacije.
2. Analitička geometrija prostora.
3. Matrice i matrične operacije.
4. Linearni sustavi i Gaussova metoda.
5. Svojstvene vrijednosti i svojstveni vektori.
6. Pojam derivacije. Pravila deriviranja. Diferencijal.
7. Lančano deriviranje. Implicitno deriviranje.
8. Parametarsko deriviranje. Antiderivacija.
9. Tok funkcije.
10. Problemi optimuma.
11. Pojam integrala. Pravila integriranja.
12. Newton-Leibnizova formula. Nepravi integral.

13. Račun trigonometrijskih funkcija.
14. Račun inverznih funkcija. Polarne koordinate.
15. Račun eksponencijalnih i logaritamskih funkcija.

Kolegij Matematika 2 izvodi se u drugom semestru prve godine dodiplomske nastave, također na sva tri studija FSB-a. Ukupan broj sati nastave tjedno je 7, što je i ukupan broj ECTS bodova. Cilj kolegija je usvojiti matematičke alate potrebne za smjerove studija strojarstva, brodogradnje i zrakoplovstva. Program kolegija predviđa analizu i obradu osnovnih tema iz:

- razvoja tehnika integriranja i primjene integralnog računa;
- redova potencija i operacija s njima, razvoja funkcije u Taylorov red i primjene Taylorovih redova u približnom računu;
- matematičkog modeliranja nekih fizikalnih pojava pomoću diferencijalnih jednadžbi;
- osnovnih tehnika rješavanja običnih diferencijalnih jednadžbi;
- diferencijalnog i integralnog računa funkcija (dviju i više) varijabli.

Redoslijed predavanja tijekom semestra je sljedeći:

1. Integriranje supstitucijom.
2. Parcijalna integracija.
3. Primjene integrala.
4. Primjene integrala.
5. Taylorov red.
6. Redovi potencija.
7. Diferencijalne jednadžbe 1. reda. Separacija varijabli.
8. Polje smjerova. Ortogonalne trajektorije.
9. Diferencijalne jednadžbe 2. reda s konstantnim koeficijentima.
10. Autonomne jednadžbe i fazna ravnina.
11. Funkcije više varijabli.
12. Parcijalna i usmjerena derivacija. Gradijent.
13. Ekstremi funkcija više varijabli.
14. Problemi optimuma.
15. Višestruki (uklopljeni) integrali.

Oba kolegija su temeljnog tipa, a njihov je cilj usvojiti matematičke alate potrebne za smjerove studija strojarstva, brodogradnje i zrakoplovstva.

Autori spomenutih kolegija su v. pred. mr. sc. Gizela Đarmati-Pavlić, prof. dr. Dean Rosenzweig, prof. dr. Sanja Singer i prof. dr. Zvonimir Šikić.

Ciljevi Matematike I i Matematike II trebaju dovesti do visoke razine u ishodima a), b), g), k), te srednje razine u e) iz popisa općih kriterija ishoda učenja (engl. *Accreditation Board for Engineering and Technology*):

- a) Primjena matematike, znanosti i inženjerskih znanja
- b) Sposobnost dizajniranja i provođenja eksperimenata te interpretacije rezultata
- c) Sposobnost da prema željenim potrebama dizajnira sustav, komponente sustava ili procese
- d) Sposobnost rada u multidisciplinarnom timu
- e) Sposobnost identifikacije, formulacije i rješavanja inženjerskih problema
- f) Shvaćanje profesionalne i etičke odgovornosti
- g) Sposobnost efikasne komunikacije
- h) Shvaćanje utjecaja inženjerskog rješenja u globalnom i socijalnom kontekstu
- i) Spoznaja o potrebi cjeloživotnog učenja
- j) Poznavanje suvremenih problema
- k) Korištenje tehnika, vještina i modernih alata potrebnih u inženjerskoj praksi

### 3. Strategija učenja

Sveukupno gradivo svakog kolegija iznosi se tijekom 15 tjedana, bez razlikovanja predavanja i vježbi. Traži se da studenti kontinuirano prate nastavu, uz kontrole prisutnosti na nastavi. Uz to, od akademske godine 2010./11., s ciljem postizanja aktivnog praćenja nastave, traži se da student dobije najmanje 15% bodova na svakom kolokviju.

Svi nastavnici koriste istovjetne nastavne materijale. Te materijale osmislio je prof. dr. Zvonimir Šikić, poznat po predavanjima, člancima i knjigama iz metodike nastave matematike (vidjeti <http://www.fsb.hr/matematika/sikic/> ili primjerice [10], [11]). Prozirnice prema kojima se izvode predavanja i vježbe skenirane su i dostupne na internetu, na stranicama [5]. Slično kao u [7, § 4], na prozirnicama za naše kolegije zapisani su samo osnovni matematički pojmovi i matematički procesi za pojedinu temu, isprepleteni matematičkom simbolikom. To omogućava lakše praćenje nastave i dugoročno praćenje činjenica, ali i ideja ili skica izvoda i dokaza. Dakle, matematičkim krokijima na prozirnicama dani su svi nužni i dovoljni matematički sadržaji

unutar jedne matematičke cjeline. Poželjno je da svaki student na nastavi dopunjava svoj primjerak tih prozirnica komentarima, nadopunama, izračunima ili dokazima.

Na Slici 1. prikazani su primjeri krokija za derivacije i limese. „Calculus” se uvodi „mekšim pristupom” bez epsilon-delta okolina, s osnovnim idejama ili pak intuitivno. Primjerice, do pojma derivacije dolazi se generaliziranjem nakon niza primjera s prosječnom i trenutnom brzinom, te nagiba sekante i nagiba grafa u točki.

**DERIVACIJA** (1)

BRZINA:

vrjeme (s)	...	$x$	...	$x + \Delta x$	...
put (m)	...	$y(x)$	...	$y(x + \Delta x)$	...

$\Delta x$   
 $\Delta y$

PROSJEČNA BRZINA U VREĆENSKOM INTERVALU  $\Delta x$  (t<sub>i</sub> OD  $x$  DO  $x + \Delta x$ ):

$$\frac{\text{PUT}}{\text{VRIJEME}} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y(x + \Delta x) - y(x)}{\Delta x} !$$

TREKUTNA BRZINA U TREKUTKU  $x$ :

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{y(x + \Delta x) - y(x)}{\Delta x} !$$

a)

**UKRATKO O LIMESIMA** (11)

$$\lim_{x \rightarrow x_0} y(x) = a$$

ZNAČI DA SE VRIJEDNOSTI FUNKCIJE  $y(x)$  SVE VIŠE PRIBLIŽAVAJU BROJU  $a$ , KADA SE  $x$  PRIBLIŽAVJA BROJU  $x_0$

( $y(x) \rightarrow a$  KADA  $x \rightarrow x_0$ )

$\lim_{x \rightarrow x_0} y(x)$  NE POSTOJI U  $x_0$  "DIVERGIRA"

$\lim_{x \rightarrow x_0} y(x)$  POSTOJI U  $x_0$  "KONVERGIRA"

b)

Slika 1. Primjeri krokija

Svi nastavni sadržaji prožeti su primjerima. Svakaka nastavna cjelina započinje uvodnim, motivirajućim primjerima. Nakon toga uvode se matematički pojmovi, tvrdnje, algoritmi ili procedure, te riješeni problemi, a zatim zadaci za studente. Izrada zadataka je interaktivan proces; nastavnik obilazi studente, korigira, pomaže i usmjerava. Pri tome se potiče kreativno mišljenje. Okružje za to postiže se razvojem motivacije, znatiželje, fleksibilnosti, konkurencijske atmosfere, tolerantnosti, gdje studenti mogu izraziti svoja razmišljanja, argumentirano proturječiti, međusobno razviti plodnu komunikaciju, dok nastavnici razvijaju promišljenu raspravu sa studentima.

Pri prijelazu s uvodnog primjera na uvođenje pojmova nastavnici potiču na razmišljanje i zaključivanje kroz razgovor o pravilima koja vrijede, mogućnostima generalizacije, kako to napraviti.

Na prozirnicama je dano mnogo „problema iz svakodnevnog života”. Na Slici 2. dani su takvi primjeri.

**Pr. 1.** ISTOČNO OD ZIDA, NA UDALJENOSTI OD 10m, NALAZI SE STUP VISOK 10m. KOJOM SE BRZINOM SKRACUJE SJENA ŠTO JE STUP BACA NA ZID?

$T = 24 \text{ h}$   
 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{12} \text{ rad/h}$   
 $f = \omega t \quad x = 10 \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow$   
 $x = 10 \operatorname{tg} \frac{\pi}{12} t \Rightarrow$   
 $\frac{dx}{dt} = \frac{10}{\cos^2 \frac{\pi}{12}} \cdot \frac{\pi}{12} = \frac{5\sqrt{2}}{6}$

**Pr. 2.** PROMATRAČ JE 100m UDALJEN OD PUŠTANJA BALONA SA ZEMLJE. KUT POD KOJIM VIDI BALON RASTE BRZINOM  $1/100 \text{ rad/s}$  u sekundi. KOJOM SE BRZINOM BALON UDALJAVA OD ZEMLJE U TRENUTKU KADA GA PROMATRAČ VIDI POD KUTOM  $45^\circ$ ?

Rj:  $\operatorname{tg} \varphi = y/100$   
 tj.  $y = 100 \operatorname{tg} \varphi$   
 $\frac{d\varphi}{dt} = \frac{1}{100}$   
 $\Rightarrow \frac{dy}{dt} = \frac{dy}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d}{d\varphi} (100 \operatorname{tg} \varphi) \cdot \frac{d\varphi}{dt}$   
 $= 100 \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot \frac{1}{100} = \frac{1}{\cos^2 \varphi}$   
 $\left. \frac{dy}{dt} \right|_{\varphi = \frac{\pi}{4}} = \frac{1}{(\cos \frac{\pi}{4})^2} = \frac{1}{(1/\sqrt{2})^2} = 2$

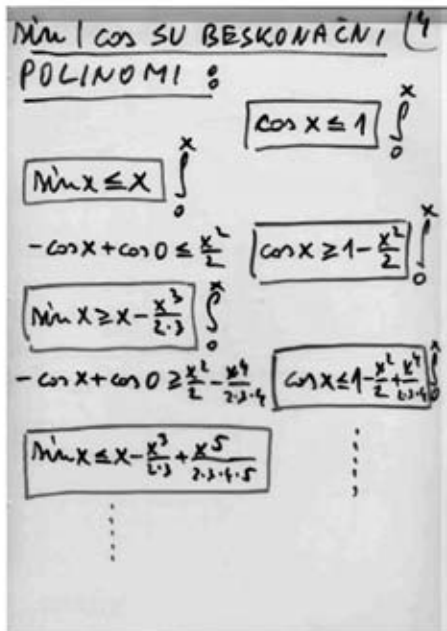
Slika 2. Primjeri „problema“

Biraju se problemi koji su zanimljivi studentima FSB-a, važni, uzbudljivi, provokativni. Ponekad studenti mogu odmah uočiti rješenje, ali ga trebaju potvrditi primjenom upravo naučene teorije, metode ili tehnike. Time se razvija kreativno mišljenje kao moćna sposobnost međudjelovanja između refleksivnih i spontanih predodžbi. To su zahtjevne vještine koje se oslanjaju na sustav kognitivnih procesa.

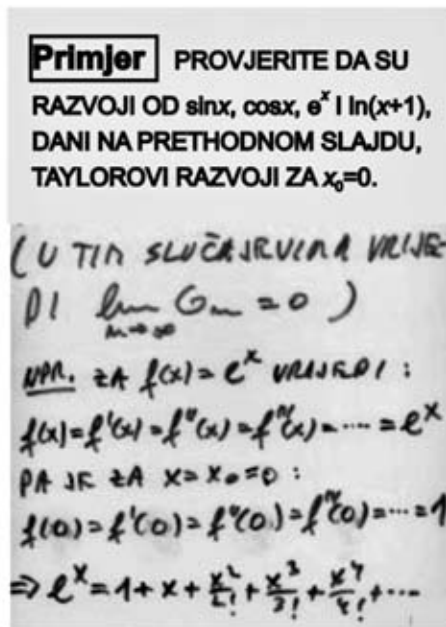
Pri rješavanju tih problema, nastavnici potiču na razmišljanja i zaključivanja kroz razgovor o koracima koje treba napraviti, imamo li premalo informacija ili previše, jesu li one dovoljne, jesu li proturječne.

Našim studentima, kroz dva tjedna nastave, pokazujemo proces matematičkog modeliranja pomoću diferencijalnih jednadžbi na primjerima kosog hica, harmonijskog oscilatora, specijalno jednadžbe njihala, gibanja po zadanoj krivulji u polju sile teže, tautokrone, brahistokrone,... (vidjeti [http://www.fsb.hr/matematika/download/ZS/mat2/mat2\\_09\\_diferencijalne-jednadzbe.pdf](http://www.fsb.hr/matematika/download/ZS/mat2/mat2_09_diferencijalne-jednadzbe.pdf) ili detaljno u [9]).

S ciljem spoznaje matematičkih mogućnosti, različitih pristupa u sagledavanju nekih sadržaja, neke teme izlažemo na više načine. Na Slici 3. dani su primjeri razvoja funkcija sinus i kosinus u red potencija.



a) Matematika I  
(Tema: Račun trigonometrijskih funkcija)



b) Matematika II  
(Tema: Taylorov razvoj)

Slika 3. Primjeri razvoja u red potencija

## Literatura za kolegije

Osim materijala za predavanja, vježbe, domaće zadaće i ispite [5], prof. dr. Zvonimir Šikić napisao je i sveučilišne udžbenike. Udžbenik [9] pokriva gradivo koje se obrađuje u Matematici 1, te dio gradiva koji se obrađuje u Matematici 2; udžbenik [8] pokriva dio gradiva iz Matematike 2.

Sadržaj tih udžbenika mnogo je širi od tema koje se izlažu na nastavi. Studentima je koristan i „Inženjerski priručnik-temelji inženjerskih znanja / MP1”, ured. Ivo Alfirević i dr., u kojem su matematička poglavlja pisali članovi Katedre za matematiku. U tom priručniku nalaze se sve teme iz matematike koja se predaje na našem fakultetu.

U okviru e-učenja studentima su na raspolaganju testovi (engl. *quizzes*) višestrukog odabira (engl. *multiple choice*). Testove priprema i mijenja doc. dr. Jadranka Mičić Hot, namijenjeni su za provjeru znanja studenata tijekom učenja i ne ocjenjuju se.

## 4. Provjeravanje ishoda učenja

Provjera ishoda učenja provodi se:

1. **Kontinuirano.** Tijekom semestra kontrolira se aktivnost studenata u praćenju nastave i kontinuitet učenja rješavanjem domaćih zadaća.
2. **Pismeno.** Pismenog dijela ispita student se može osloboditi ukoliko to gradivo položi kroz 3 kolokvija i završne zadatke, koji se odvijaju tijekom semestra. Kolokviji nisu eliminacijski. Pozitivnim uspjehom smatra se 50% ostvarenih bodova na sva tri kolokvija (kojima se bodovi zbrajaju) i 55% ostvarenih bodova na završnim zadacima. Za studente koji nisu ostvarili uvjete za usmenu provjeru znanja postoji mogućnost tzv. ponavljanja kolokvija. Ako i nakon toga nisu stečeni uvjeti za usmeni, studenti mogu pristupiti pismenom ispitu.
3. **Usmeno.** Teorijska znanja provjeravaju se na kraju semestra putem usmenog ispita. Dio studenata koji su uspješno prošli kolokvije i završne zadatke oslobođen je usmenog ispita.
4. **Konačna ocjena** formira se na temelju ukupnog znanja i zalaganja koje je student pokazao tijekom semestra i na ispitu. Student koji nije zadovoljio kontrolama prisustva nastavi i skupio određen broj bodova po svakom kolokviju - ne može pristupiti pismenoj provjeri znanja. Konačna ocjena sastoji se od uspjeha na pismenom i usmenom dijelu ispita.

Ocjenjivanje je vrlo osjetljiva i uvijek aktualna tema u poučavanju matematike. Ono se (posebice u temeljnim kolegijima matematike) još uvijek uglavnom svodi na puko testiranje poznavanja činjenica i vještina. Mi nastojimo, sukladno ciljevima poučavanja, izgaditi prikladniji sustav vrednovanja i ocjenjivanja.

Cilj su četiri kriterija: znanje i razumijevanje, istraživanje zakonitosti, komunikacija u matematici i refleksija (tj. razviti studenta koji zna i razumije matematički način mišljenja i procesa, logičnost, sposobnost primjene matematičkih znanja, sposobnost razvoja strategije rješavanja problema u kojima rješenja nisu očigledna, prepoznati zakonitosti, odabrati i primijeniti različite oblike matematičkih prikaza, objasniti ili utvrditi smislenost dobivenih rezultata, obrazložiti točnost rezultata i predložiti poboljšanja metode gdje je to primjereno).

Konačna ocjena nije puka aritmetička sredina, nego ocjenu formiramo procjenom pokazanog znanja svakog pojedinog studenta. To, svakako, zahtijeva pažljiv pristup svakom studentu.

Na kolokvijima ili pismenim ispitima uvijek se daju i „problemi”. Primjerice, na kolokviju iz Matematike I bili su zadani sljedeći zadaci.



**Zadatak (trigonometrijske funkcije):** Promatrač na horizontu ispred sebe vidi otok, udaljen 15 km, te brod koji odlazi od otoka paralelno s obalom. Ako u trenutku kada promatrač (okrenut prema otoku) vidi brod pod kutem od  $45^\circ$ , taj kut naraste za  $3^\circ$  u minuti, izračunajte brzinu broda.

**Zadatak (kružno gibanje):** Točka se giba po kružnici radijusa 5 m brzinom od 3m/s.

- Kolika je kutna brzina gibanja?
- Odredite kako koordinate  $(x, y)$  te točke ovise o vremenu.

**Zadatak (pravocrtno gibanje):** Tijelo se giba pravocrtno po zakonu

$$s(t) = -t^3 + 9t^2 - 24t$$

koji opisuje položaj na  $s$ -osi u trenutku  $t$ .

Odredite na kojem se vremenskom intervalu tijelo giba prema ishodištu?

**Zadatak (eksponencijalni rast ili pad):** Masa radioaktivne tvari smanjuje se brzinom koja je po iznosu jednaka četvrtini trenutne mase.

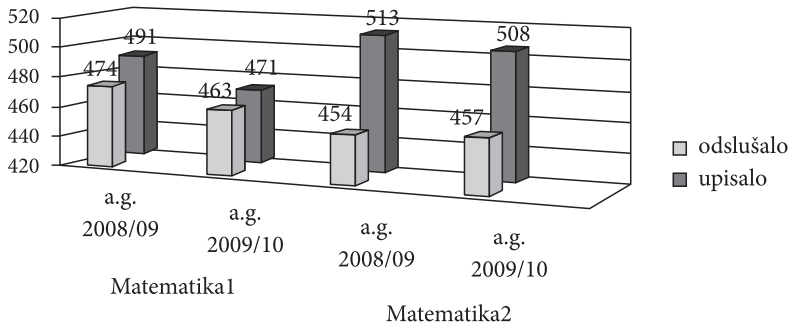
- Kako glasi diferencijalna jednadžba koja opisuje taj radioaktivni raspad? ( $Q$  – masa radioaktivne tvari,  $t$  – vrijeme)
- Napišite funkciju  $Q(t)$  koja opisuje kako u ovom slučaju masa  $Q$  ovisi o vremenu  $t$ , ako je  $Q_0$  početna masa radioaktivne tvari.

**Zadatak (problem optimuma):** U kutiju oblika cilindra visokog 30 cm, a radijusa 5 cm trebamo smjestiti bocu oblika kvadra, također visokog 30 cm. Koji je najveći volumen boce koja se može smjestiti u kutiju?

**Zadatak (vezane brzine):** Biciklist vozi konstantnom brzinom od 16 km/h. Pritom gubi masu brzinom od 400 g/h. Kolikom brzinom gubi masu po kilometru i koliko kilometara mora prijeći da bi izgubio 2 kg?

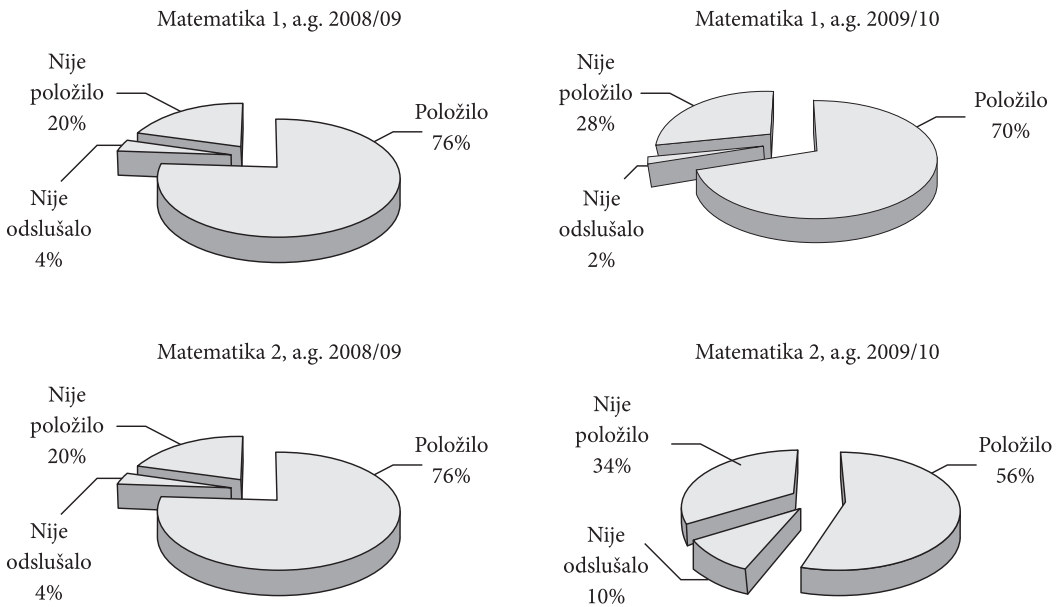
## 5. Procjena uspješnosti učenja

U nastavku dajemo usporednu analizu uspješnosti učenja u prethodne dvije godine. Na Grafikonu 1. prikazan je broj studenata koji su upisali kolegije i onih koji su uspješno odslušali kolegije, te pristupili provjerama znanja.



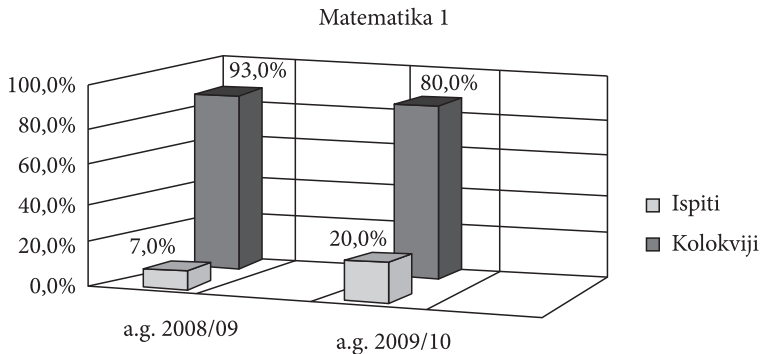
Grafikon 1. Broj studenata po predmetu

Na Grafikonu 2. prikazani su postoci studenata koji su položili kolegije. Primitimo da su ti postoci veći u 2008./09. akademskoj godini, što ne znači da je to bolja generacija. Tada nismo imali završne zadatke. U sljedećoj akademskoj godini kroz završne zadatke još smo jednom provjeravali znanje cjelokupnog gradiva.

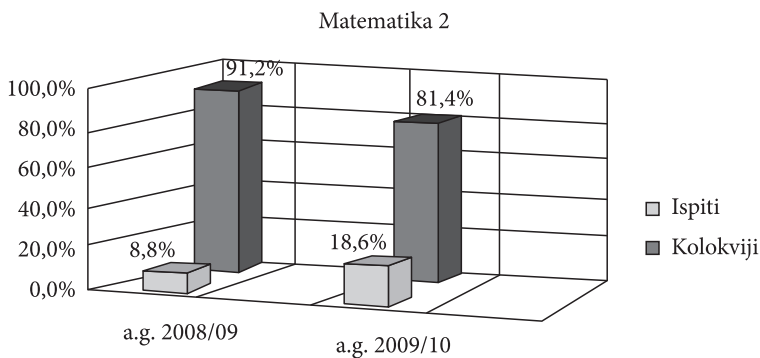


Grafikon 1. Postotak prolaznosti

Većina studenata izlazi na kolokvije, što se vidi na Grafikonu 3a i 3b.



Grafikon 3a. *Usporedba prolaznosti preko kolokvija i ispita*

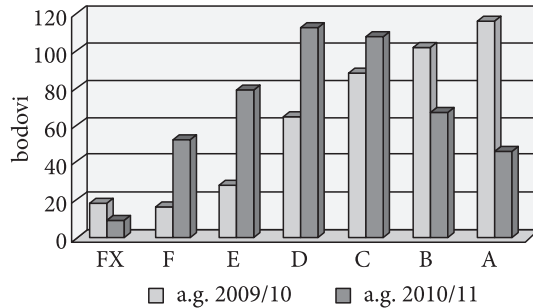


Grafikon 3b. *Usporedba prolaznosti preko kolokvija i ispita*

I u Hrvatskoj će se sigurno vršiti procjena prolaznosti studenta prema tome jesu li upisani polaganjem razredbenog ispita ili na temelju rezultata državne mature, kao primjerice [2] u Irskoj. Mi smo radili analizu prolaznosti na 1. kolokviju prošle i ove akademske godine. Nemamo bitnu razliku.

Naša procjena nije objektivna jer imamo promjenu vrednovanja uspješnosti učenja. Naime, u akademskoj godini 2010./11. na kolokvijima smo pristupili pripremi zadataka koji će bolje odvojiti izvrsne studente od prosječnih, a nastojimo spriječiti studente da vježbaju samo tipske zadatke. Analiza je dana na Grafikonu 4.

1. kolokvij



Legenda	a.g. 2009/10		a.g. 2010/11		
broj bodova	broj studenata		broj studenata		
[0, 15)	FX	18	4,1%	8	1,7%
[15, 30)	F	17	3,9%	52	10,9%
[30, 45)	E	28	6,4%	80	16,8%
[45, 60)	D	65	14,9%	113	23,8%
[60, 75)	C	88	20,2%	107	22,5%
[75, 90)	B	103	23,7%	68	14,3%
[90, 100]	A	116	26,7%	47	9,9%

Grafikon 4. Kriterij upisa

## 6. Novi nastavni planovi i programi

Proces učenja i poučavanja stalno se mijenja pa ćemo, nadamo se, imati nova predavanja, članke i knjige kao što su radovi prof. dr. Zvonimira Šikića [7], [10], [11]. Međutim, kako se bude mijenjao proces učenja i poučavanja, nužno će se morati mijenjati i proces provjeravanja ishoda učenja i ocjenjivanja.

Na FSB-u su u izradi novi programi u nastavi matematike, gdje se uvodi pre-raspodjela tema i satnica u svim kolegijima matematike na dodiplomskom studiju. Matematika I i Matematika II imat će svaka po 6 sati nastave tjedno.

Matematika I nosila bi ukupno 8 ECTS bodova, a Matematika II njih 7. Teme „obične diferencijalne jednadžbe” i „funkcije više varijabli” predavat će se u Matematiци III. Osim toga, uvode se dodatna 2 sata praktikuma tjedno, u kojima će studenti rabiti dostupnu informacijsku i komunikacijsku tehnologiju.

Novina je da će studenti, uz već postojeće teme primijenjene matematike (kreirane na drugim katedrama i zavodima), proći teme koje su kreirane na Katedri za matematiku.

## Literatura

- [1] Luka Čeliković, Aleksandra Čižmešija, Latinka Križnik, Željka Milin Šipuš, Tanja Soucie i Renata Svedrec, *Matematičko obrazovanje medicinskih sestara za opću njegu*, Poučak 42 (2010), 4-24.
- [2] Fiona Faulkner, Ailish Hannigan and Olivia Gill, *Trends in the mathematical competency of university entrants in Ireland by leaving certificate mathematics grade*, *Teaching Mathematics Applications* 29 (2) (2010), 76-93.
- [3] Steven G. Krantz, *How to Teach Mathematics*, Second edition, American mathematical Society (1999), pp. 309.
- [4] Mario Krnić i Sanja Šain, *Josipov problem i programska podrška*, Poučak 42 (2010), 66-77.
- [5] Materijali za kolegije matematike na FSB-u, <http://www.fsb.hr/matematika/materijali/>
- [6] Garry Robinson and Zlatko Jovanovski, *Fighter pilot ejection study as an educational tool*, *Teaching Mathematics Applications* 29 (4) (2010), 176-192.
- [7] Tomislav Šikić, *Novi pristupi u obrazovanju nastavnika matematike*, Poučak 38 (2009), 21-34.
- [8] Zvonimir Šikić, *Diferencijalne jednačbe*, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Profil (2003), 202 str.
- [9] Zvonimir Šikić, *Diferencijalni i integralni račun*, udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Profil (2008), 547 str.
- [10] Zvonimir Šikić, *Razni teorijski i metodički pristupi infinitezimalnom računu i analizi*, predavanje na Seminaru za metodiku nastave matematike, PMF Matematički odjel, 3. veljače 2010. (<http://e.math.unizg.hr/events/100130seminar-za-metodiku-nastave-matematike-poslijediplomski>)
- [11] Zvonimir Šikić, *Sukob prošlosti i budućnosti u suvremenom obrazovanju*, HAZU (2001), 75-83. (on-line: [http://www.fsb.hr/matematika/sikic/download/ZS\\_sukob\\_proslosti.pdf](http://www.fsb.hr/matematika/sikic/download/ZS_sukob_proslosti.pdf))