

Interaktivni upitnici: računalna podrška interaktivnom sudjelovanju u nastavi matematike

Slobodan Pavasović

Sažetak

Uvođenje aktivne (odnosno interaktivne) nastave, poticanje i razvijanje kritičkoga i kreativnog razmišljanja polaznika te naglasak na razumijevanju i mogućnostima primjene usvojenih pojmova i metoda, veliki su izazov u nastavi matematičkih predmeta. Koristan alat za postizanje ovih ciljeva su programi za interaktivno sudjelovanje (eng. *survey software/poll software*), koji omogućavaju izradu pitanja u Web-sučelju na koja polaznici, svatko za sebe, odgovaraju istovremeno (na primjer putem svojih mobilnih telefona). Zajedničkom analizom danih odgovora nastoji se otkloniti uzroke grešaka. Kao primjer mogućnosti korištenja programa za interaktivno sudjelovanje, u članku se prikazuje korištenje programa *PollEverywhere* u nastavi te iskustva u njegovoj primjeni na predmetu Matematika preddiplomskog stručnog studija Građevinarstvo na FGAG-u Sveučilišta u Splitu.

Ključni pojmovi: aktivno učenje, interaktivna nastava, unaprjeđenje nastave matematike, program za interaktivno sudjelovanje, *PollEverywhere*

1 Uvod

Pojam „(inter)aktivna nastava” sveprisutan je i danas već označava traženi standard – a ne samo cilj – svake, pa i matematičke nastave. Kako to već biva sa sveprisutnim pojmovima, postoji realna mogućnost da se i

ovaj pojam „izliže od uporabe” i postane tek isprazni *buzzword* nejasnoga konkretnog značenja i sadržaja.

S druge strane, činjenica da se sadržaj „klasičnih” matematičkih predmeta u najvećoj mjeri s vremenom ne mijenja dovodi nastavnika tih predmeta u iskušenje da, slijedom nepromijenjena *sadržaja*, ne mijenja ni *formu* svoje nastave. Doista, ako su, na primjer, osnove matematičke analize iste kao i prije dvadesetak godina, zbog čega ne bismo i nastavu održavali na isti način kao i prije dvadesetak godina?

Kratak, a efektan odgovor na ovo pitanje možemo pronaći na prilično neočekivanome mjestu – u televizijskoj reklami, u kojoj vremenšni nastavnik, konfrontiran s nezadovoljnim studentima, rezignirano ustvrdi „Oni su se promijenili. Ja nisam.”

Dva su motiva za ovaj članak – zapravo, inspiracija za uvođenje strategija aktivnog učenja u nastavu – radionica „Active Learning in STEM Education”, održana na PMF-u Sveučilišta u Splitu 2017. godine, te predavanje prof. Erica Mazura^{1,2}, (Sveučilište Harvard, SAD) „Ispovijed preobraćenog nastavnika” (*Confessions of a Converted Lecturer* [5]), odnosno rečenica iz toga predavanja: „*Bio sam uvjeren da sam dobar nastavnik dok nisam otkrio da studenti samo pamte informacije, umjesto učenja radi razumijevanja materije.*”. S jedne strane, predavanje i izdvojena rečenica potiču na samopreispitivanje svakog nastavnika o svome nastavničkom radu. S druge strane, mogu djelovati i kao utjeha jer pokazuju univerzalnost nekih problema koji ponekad izgledaju samo naši. Kao zanimljivost i moguću temu za razmišljanje, spomenimo i zalaganje prof. Mazura da se studentima dozvoli korištenje računala i mobitela na ispitima [7].

U nastavku se prikazuju iskustva u nastojanjima jačanja aktivne komponente nastave korištenjem programa *PollEverywhere* u nastavi.

2 U potrazi za dvosmjernom nastavom

Prvi je korak svakoga pokušaja *aktiviranja nastave* – nesumnjivo, najzahtjevniji korak – uspostava *drugoga smjera nastave*, odnosno prijelaz s nastave kao puke jednosmjerne primopredaje informacija na nastavu u kojoj, svaka na svoj način, podjednako sudjeluju obje uključene strane. Tipičan je klasični način ostvarivanja ovoga cilja postavljanje pitanja studentima tijekom nastave, poticanje na raspravu o obrađenim pojmovima i postavljanje „problem – analiza – rješenje” primjera, a sve to u izravnoj verbalnoj komunikaciji.

¹prof. Eric Mazur, mrežne stranice: <http://ericmazur.com/index.php>

²prof. Eric Mazur, Wikipedia članak: https://en.wikipedia.org/wiki/Eric_Mazur

Međutim, ovaj (možda je potrebno naglasiti: nedvojbeno poželjan) način komuniciranja krije u sebi barem dva moguća problema: prvi je problem izgledna mogućnost nesudjelovanja većine studenata koji se, nesigurni u svoje znanje (ili možda sigurni u svoje neznanje) ne žele javno eksponirati, zbog čega ostaju isključeni iz komunikacije koja se zbog toga svodi na razgovor s manjim brojem (uvijek istih) studenata. Drugi je (nešto manje očit) problem mogućnosti stvaranja pogrešna dojma kod nastavnika o tome u kojoj su mjeri studenti doista usvojili izloženo gradivo: nakon što **manji broj** uključenih studenata točno odgovori na pitanja, odnosno uspješno riješi postavljene probleme, lako je moguće pogrešno zaključiti da su, eto, **svi sve** razumjeli i da mirno možemo nastaviti s izlaganjem. Pritom nastavnik, osim pogrešna zaključka o općoj razini studentskoga znanja/razumijevanja, propušta mogućnost prepoznavanja problema: čak i ako se šutnja/nesudjelovanje prepozna kao neznanje, ostaje neodgovoreno pitanje „gdje zapravo studente boli”, odnosno što bi od izloženoga gradiva trebalo detaljnije/drugačije pojasniti.

3 Programi za interaktivno sudjelovanje

Održavanje aktivne nastave nije jedina situacija u kojoj postoji odnos, poopćeno govoreći, „izlagača” i „publike”, pri čemu postoji obostrana potreba za uspostavom dvosmjerne komunikacije. Stoga ne čudi postojanje većega broja programskih rješenja koja podržavaju ovakvu komunikaciju. Ovakvi se programi najčešće izvorno nazivaju „survey software”, odnosno „poll software” – budući da doslovni prijevod *istraživački softver*, odnosno anketni softver nisu elegantni, u nastavku ćemo rabiti naziv „programi za interaktivno sudjelovanje”.

U potrazi za primjerenim programskim rješenjem za interaktivno sudjelovanje u nastavi matematičkih predmeta, osim elementarne mogućnosti zadavanja tekstualnih pitanja višestrukog izbora nametnulo se nekoliko logičnih kriterija:

- tehnička jednostavnost uporabe (nepostojanje potrebe za posebnim, dodatnim uređajima, intuitivno sučelje i za nastavnika i za studente);
- mogućnost integracije grafike i tekstualnih pitanja;
- mogućnost zapisivanja matematičkog teksta u pitanjima;
- dostupnost (cijena) programa.

Odabrani program *Poll Everywhere*[8] u najvećoj je mjeri ispunio ove kriterije:

- pitanja se pripremaju u *Web*-sučelju i pohranjuju na server, što nastavniku omogućava pristup s bilo kojega umreženog računala;
- studenti odgovaraju na pitanja korištenjem *Web*-preglednika na svojim mobilnim uređajima;
- program omogućava umetanje rasterskih slika uz tekstualna pitanja višestrukog izbora;
- osim tekstualnih pitanja višestrukog izbora postoji još nekoliko oblika pitanja od kojih je za potrebe nastave matematike korisna mogućnost pitanja u kojemu se odgovor daje klikom na pojedino definirano područje slike (eng. *responsive image with clickable areas*);
- matematički tekst može se zapisivati korištenjem LaTeX-notacije (uz određena ograničenja i ponešto nezgrapnan prikaz);
- za grupe do 40 sudionika korištenje programa je potpuno besplatno (uz mogućnosti uporabe koje jesu ograničene, ali sasvim dovoljne za namjenu o kojoj je ovdje riječ).

Budući da je cilj ovoga teksta predstavljanje, odnosno razmatranje načina i mogućnosti primjene ovakvih programskih alata – a ne predstavljanje ili promoviranje konkretnoga programa – neće se detaljno opisivati tehničke mogućnosti i ograničenja programa.

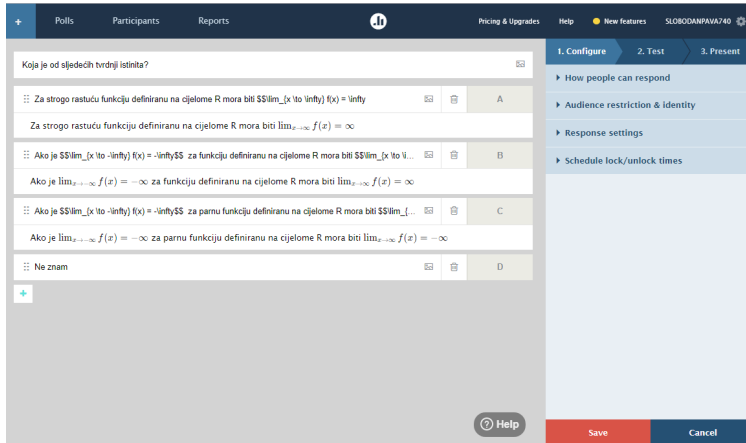
U nastavku se prikazuju faze pripreme, izrade i provođenja interaktivnog upitnika.

3.1 Priprema i izrada pitanja

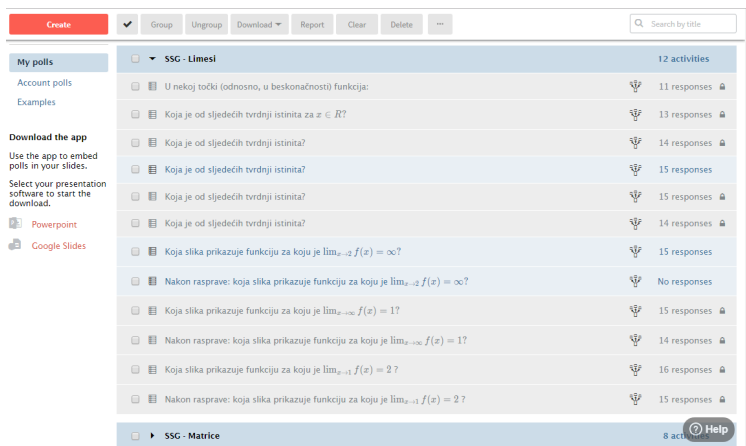
Nastavnik priprema pojedina pitanja koristeći *Web*-sučelje. Eventualne grafičke ilustracije pripremaju se uobičajenim programskim alatima i potom ubacuju u odgovarajuća pitanja. Slika 1 prikazuje primjer pripreme pitanja višestrukog izbora, pri čemu se u tekstu ovoga pitanja koristi L^AT_EX notacija.

3.2 Priprema upitnika

Pojedinačna pitanja grupiraju se u cjeline (upitnike) koje se kasnije prikazuju studentima. Slika 2 prikazuje dovršeni upitnik.



Slika 1: Priprema pitanja



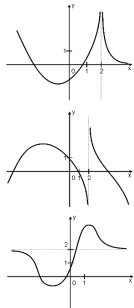
Slika 2: Upitnik

3.3 Provođenje upitnika

Upitnik se *objavljuje*, tj. omogućava se odgovaranje na postavljena pitanja. Slika 3 prikazuje izgled postavljenoga pitanja na zaslonu računala (tekst pitanja kombiniran je s grafičkom ilustracijom).

Koja slika prikazuje funkciju za koju je $\lim_{x \rightarrow 2} f(x) = \infty$?

Respond at [PollEv.com/slobodanpava740](https://polllev.com/slobodanpava740)
 Text SLOBODANPAVA740 to +44 7624 806527 once to join, then A, B, C, D, or E

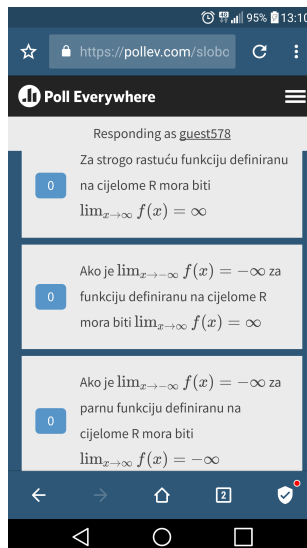


Samo prvi graf	A
Samo drugi graf	B
Samo treći graf	C
Prva dva grafa	D
Ne znam	E

Total Results: 15

Slika 3: Objavljeno pitanje

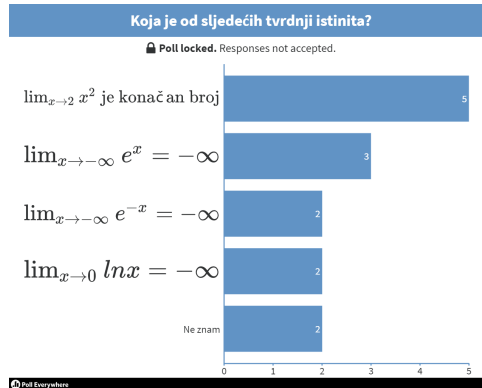
Studenti odgovaraju na pitanja tako što na mrežnim preglednicima svojih mobilnih uređaja posjete mrežnu stranicu na kojoj je upitnik objavljen, nakon čega klikom odabiru odgovor koji smatraju točnim. Slika 4 prikazuje izgled pitanja višestrukog izbora na zaslonu mobilnog uređaja.



Slika 4: Odgovaranje putem mobilnog uređaja

3.4 Analiza odgovora, rasprava

Nakon što su studenti odgovorili na pojedino pitanje, moguće je prikazati razdiobu odabranih odgovora, analizirati moguće razloge pogrešnih odabira i, po potrebi, dodatno raspraviti koncepte i pojmove koje pitanje obrađuje. Slika 5 prikazuje jedan od mogućih prikaza razdiobe odabranih odgovora (na slici se može vidjeti „neuredni” prikaz izraza u kojima se koristi \LaTeX notacija).



Slika 5: Analiza odabranih odgovora

4 Izazovi, problemi i predrasude

Zadaci višestrukog izbora sastavni su dio ispita državne mature. Međutim, na tome su ispitu zadaci uglavnom koncipirani tako da pristupnik odabire rješenje zadatka koje smatra točnim – dakle, radi se o blagoj modifikaciji pristupa „**zadatak** – računanje/rješavanje – odabir **rješenja**”. Kada se u razgovorima o načinima provjere (matematičkog) znanja spomene provjera znanja putem pitanja višestrukog izbora (dakle, pristup „**pitanje** – razmišljanje/analiza – odabir **odgovora**”), česta reakcija je skepsa uz argumente da „*na taj način pristupnik može steći pozitivnu ocjenu i pukom srećom u nasumičnom odabiru*” te da „*matematiku nije moguće ispitivati zaokruživanjem abc-pitalica*”.

Budući da se u ovome slučaju ne radi o formalnoj provjeri znanja nego o obliku izvođenja nastave, nema ocjenjivanja – stoga student nije ni motiviran nasumce nagađati točan odgovor u nadi dobivanja pozitivne ocjene. Štoviše, kvalitetnu povratnu informaciju nastavniku pružit će pitanja u kojima je jedan od ponuđenih odgovora „*Ne znam*”. No, što je s drugim skeptičnim argumentom: je li matematika doista tako posebna da nije moguće provjeravati znanje pitanjima višestrukog izbora?

Odgovor na ovo pitanje ovisi o naravi povratne informacije koju želimo dobiti od studenata. Ako nas, naime, zanima utvrditi razinu **poznavanja činjenica**, pitanja višestrukog odabira vjerojatno neće dati kvalitetnu povratnu informaciju – ali, ako nas zanima utvrditi razinu **razumijevanja pojmova**, uz primjereno koncipirana pitanja možemo steći jasnu sliku o tome što studenti (ne) razumiju.

Sastavljanje upitnika – posebice u početku primjene – iziskuje popriličan nastavnikov trud, ne toliko u svladavanju samoga programa i tehničkome dijelu rada koliko u osmišljavanju primjerenih pitanja i, pogotovo, ponuđenih odgovora. Provođenje upitnika pokazalo je da su najbolje sastavljena ona pitanja koja ne zahtijevaju od studenata nikakvo računanje, nego razmišljanje i primjenu usvojenih pojmova/konceptata na **konkretne** primjere objekata/strukture/izraza. Nadalje, dobro sastavljeno pitanje kombinira sljedeće vrste ponuđenih odgovora:

- očito točne, odnosno, očito pogrešne odgovore čije neprepoznavanje ukazuje na ozbiljno nerazumijevanje pojmova/konceptata;
- „odgovore u sivoj zoni” – za prepoznavanje njihove (ne)točnosti potrebno je razumijevanje pojmova/konceptata;
- „odgovore-provokatore” – ovo su odgovori kojima se provjerava postojanje uobičajenih zabluda (miskoncepcija) – primjerice, *logaritam je uvijek pozitivan, sinus je definiran na intervalu [1, 1], korijen iz 4 je ± 2* , itd.

Moguća je zamjerka provođenju ovakvih upitnika tijekom nastave utrošak vremena, zbog čega se studentima „*ne stigne ispredavati sve što treba*”. Međutim, vjerovanje da je (pre)više i (pre)brzo *ispredavanoga gradiva* siguran put k boljemu svladavanju ishoda učenja vrlo je dvojbeno: studenti koji ne usvoje pojmove/koncepte s razumijevanjem, jednaku će korist od tako *ispredavanoga gradiva* imati i ako se nastava održava na nekom egzotičnome, malo poznatom stranome jeziku.

Konačno, razumno je postaviti pitanje „*Sve je to lijepo, znam ja da će studenti rado izvaditi mobitele radi sudjelovanja u upitniku – ali, kako postići da ih nakon provedenog upitnika spremne?*”. Rješenje ovoga problema vrlo je jednostavno: provođenje upitnika neposredno prije pauze ili završetka predavanja.

5 Iskustva u primjeni

Aktivna nastava (slijedom toga i interaktivni upitnici kao jedna od njenih strategija) već je etablirana kao poželjan oblik nastave. Za temu prikazanu u ovome članku zanimljiva su razmatranja dvaju aspekata njihove primjene:

- analiza učinka primjene interaktivnih upitnika;
- usporedba interaktivnih upitnika i drugih strategija aktivne nastave;
- usporedba primjene mobitela i *glasačkih uređaja (clickers)* u provođenju interaktivnih upitnika.

Studija [1] provedena u SAD pokazala je višestruke dobrobiti primjene interaktivnih upitnika – ne samo bolje znanje polaznika, nego i njihovu veću motiviranost te zadovoljstvo.

Studija [4] provedena u SAD usporedila je rezultate dviju studentskih grupa od kojih je jedna u nastavi primjenjivala interaktivne upitnike, a druga raspravu (*classroom discussion*) – rezultati pokazuju da su anketirani studenti opisali svoje zadovoljstvo i korisnost interaktivnih upitnika višim prosječnim ocjenama od studenata u skupini koja je primijenila raspravu kao strategiju aktivne nastave, ali razlika u prosječnim ocjenama **nije** statistički značajna, kao ni provjera znanja provedena na završetku semestra. Iako rezultati studije ne pokazuju interaktivne upitnike značajno boljom strategijom, u prilog njihove primjene ide podatak o velikom postotku aktivnog sudjelovanja (i do 95% [3]), kao i činjenica da je provođenje kvalitetne rasprave u velikim studijskim grupama prilično teško (ako je uopće moguće).

Razmatranje provedbe interaktivnih upitnika korištenjem mobitela ili *glasačkih uređaja* (tzv. *clickera*, uređaja čija je jedina funkcija odgovaranje na interaktivni upit) provedeno je na dva načina: analizom moždane aktivnosti ispitanika [2], odnosno anketiranjem sudionika [6]. Oba istraživanja ukazuju na iste rezultate: interaktivni upitnici su dobro prihvaćeni od strane studenata, ali korištenje mobitela može distraktivno utjecati na studente (što i nije iznenađujući rezultat).

Ovaj se članak temelji na iskustvima stečenima primjenom interaktivnih upitnika u održavanju pripremnoga seminara za novoupisane studente Fakulteta građevinarstva, geodezije i geoinformatike (petodnevni neobvezni seminar prije početka akademske godine) te u izvođenju predmeta Matematika na prvoj godini preddiplomskog stručnog studija Građevinarstvo. Najvažnija stečena iskustva su sljedeća:

- studenti su vrlo dobro prihvatili ponuđene upitnike, i to – što je posebno važno – kao metodu rada (a ne kao zabavu i vrijeme tijekom kojega *ne radimo ništa*). Posljednjega dana nastave, na upit „*Ocijenite ocjenom od 1 do 5 zadovoljstvo primjenom upitnika*“, 85% polaznika odgovorilo je ocjenom 5, a preostali ocjenom 4;
- tijekom odgovaranja na upitnike nije bilo nikakvih tehničkih problema ili nesnalaženja;

- u odgovaranje na pitanja uključivalo se preko polovine (najčešće oko dvije trećine) prisutnih;
- upitnici su vrlo jasno ukazali na „kritična mjesta” u izloženoj materiji, tj. pojmove i koncepte koji nisu ispravno usvojeni;
- upitnici su (uz ostale oblike nastave na seminaru) pripomogli ispravljanju nekoliko već spomenutih zabluda (*uočavanje – rasprava – ispravljanje*) tako je, na primjer, na pripremnome seminaru ista skupina pitanja postavljena prvoga i posljednjeg dana rada, uz bitno veću točnost odgovora na kraju seminara.

Posebno zanimljivom i korisnom pokazala se međusobna suradnja studenata (eng. *peer consulting*) provedena kroz pitanja „prije i poslije tretmana”: nakon samostalnog odgovora na postavljeno pitanje, studenti su upućeni na pronalaženje kolege/kolegice koji je dao drugačiji odgovor, međusobnu raspravu o razlozima odabira svoga odgovora te na eventualnu promjenu svoga odgovora. Koristi ovoga načina rada višestruke su i nadilaze okvire ovoga teksta, stoga navodimo samo jednu: međusobna suradnja nerijetko bi prerasla u vrlo srčanu raspravu o postavljenome matematičkom pitanju, a sve u populaciji kojoj matematika posve izvjesno nije najdraži predmet na svijetu.

Konačno, primjena interaktivnih upitnika imala je još jednu korisnu popratnu pojavu, nevezanu izravno uz matematičku materiju: umnogome je doprinijela ne samo kvalitetnoj atmosferi među studentima, nego i uklanjanju barijere *mi i oni* između studenata i nastavnika.

Literatura

- [1] I. and S. Cataln, E. Martnez, *Do clickers enhance learning? A control-value theory approach*, Computers & Education **103** (2016), 170–182.
- [2] J. Chih-YuanSun, *Influence of polling technologies on student engagement: An analysis of student motivation, academic performance, and brainwave data*, Computers & Education **72** (2014), 80–89.
- [3] R. Guthrie, A. Carlin, *Waking the Dead: Using interactive technology to engage passive listeners in the classroom*, Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems, New York, 2004.
- [4] M. Martyn, *Clickers in the Classroom: An Active Learning Approach*, EduCause Quarterly **30** (2007), 71–74.

- [5] E. Mazur, *Confessions of a Converted Lecturer*, <https://www.youtube.com/watch?v=Wws1BPj8GgI>
- [6] J. R. Stowell, *Use of clickers vs. mobile devices for classroom polling*, *Computers & Education* **82** (2015), 80–89.
- [7] *Let exam students use internet, says Harvard professor Eric Mazur*, *The Times*, 2017., <https://www.thetimes.co.uk/article/let-exam-students-use-internet-says-harvard-professor-eric-mazur-hht90rgq6>
- [8] Mrežne stranice programa PollEverywhere:
<https://www.polleverywhere.com/>

Slobodan Pavasović
Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije
E-mail adresa: slobodan.pavasovic@gradst.hr