

Računalo

u nastavi matematike

Željka Dijanić, Čazma

Kako i koliko nastavnici matematike koriste računalo u nastavi matematike? (rezultati empirijskog istraživanja)



Uvod

U časopisu Miš do danas je objavljeno šezdesetak članaka vezanih uz matematiku i računala. Veći dio tih radova opisuje tehničku i metodičku stranu korištenja specijaliziranih matematičkih programa kao što su *GeoGebra*, *The Geometer's Sketchpad*, *Google SketchUp*, *Hot Potatoes*, *Excel*, *CAS* i sl., (autori Šime Šuljić, Ela Rac-Marinić-Kragić, Lidija Kralj, Antonija Horvatek, Damir Belavić, Romana Herout Bakarić i dr.). Ostali radovi prikazuju primjere iz nastavne prakse što znači da se nastavnici matematike doista trude i pokušavaju napraviti iskorak te uvode tehnologiju u svoje učionice.

U brojevima 46. i 47. Dubravka Glasnović Gracin (2008.) daje sistematiziranu teorijsku podlogu i metodičke smjernice za upotrebu računala u nastavi matematike. Na Županijskom stručnom vijeću Zagrebačke županije 2010. godine Ela Rac-Marinić-Kragić daje opsežan uvid u primjenu IKT-a u nastavi matematike, a prezentacija je dostupna svima na stranicama Normale. (Radovi ovih dviju kolegica poslužili su kao osnova za oblikovanje pitanja u upitniku o kojemu nešto više kasnije.) Isto tako, na stručnim skupovima za nastavnike matematike koje

organizira Agencija za odgoj i obrazovanje, te dvije matematičke udruge, Normala i Hrvatsko matematičko društvo, teme vezane uz korištenje računala u nastavi matematike vrlo su česte.

Stoga možemo zaključiti da su nastavnici matematike u Republici Hrvatskoj upoznati s mogućnostima upotrebe informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) u nastavi. (U ovom radu pojam IKT odnosi se na korištenje računala te se u nastavku rada pojam računalo koristi istovjetno kao pojam IKT.) Međutim, postavlja se općenito pitanje: kako i koliko nastavnici matematike doista koriste računalo u nastavi matematike. U tu je svrhu tijekom veljače i ožujka 2013. godine provedeno empirijsko istraživanje kojemu je cilj bio utvrditi trenutno stanje korištenja IKT-a u nastavi matematike u Republici Hrvatskoj. Rezultati istraživanja objavljeni su na 2. međunarodnoj znanstvenoj konferenciji *Pedagogija, obrazovanje i nastava* održanoj na Fakultetu prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti u Mostaru od 21. do 23. ožujka 2003. S obzirom da među čitateljima Miš-a ima nastavnika koji su sudjelovali u anketiranju, tijekom rezultate istraživanja objavljujemo i ovdje.

Ciljevi, uzorak, instrument i postupak istraživanja

Cilj smo konkretizirali te izdvojili nekoliko problema:

1. Istražiti učestalost korištenja IKT-a u nastavi matematike u Republici Hrvatskoj.
2. Utvrditi postoje li značajne razlike s obzirom na vrstu škole, kombinaciju predmeta koje nastavnik predaje i duljinu radnog staža nastavnika matematike.
3. Utvrditi postoje li značajne razlike s obzirom na uvjete rada i opremljenost učionica.
4. Na koji način, u kojim etapama nastavnog sata i koje računalne programe nastavnici matematike najčešće/najrjeđe koriste?
5. Iz kojih razloga se IKT u nastavi matematike nedovoljno koristi?

Instrument korišten u istraživanju je *online* upitnik izrađen u Google Docs-u, a sastoji se od četiri skupine pitanja: općeniti podatci (spol, županija, radni staž, vrsta škole, struka, predmeti koje nastavnik predaje), opremljenost učionica u kojima se odvija nastava matematike, pitanja vezana uz korištenje računala u nastavi matematike te razlozi zbog kojih se IKT u nastavi nedovoljno koristi. Rezultati su obrađeni programom za statistiku SPSS 17.0.

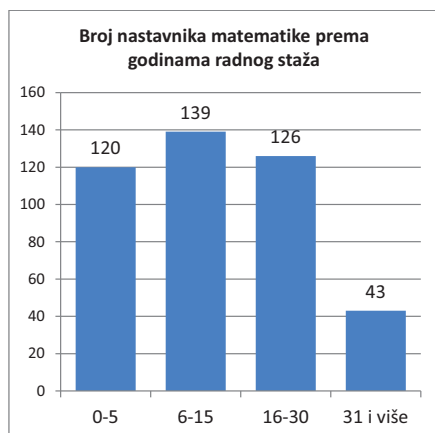
U istraživanju je korišten prigodni internetski uzorak. Putem elektroničke pošte obavijest o provođenju istraživanja dobili su članovi diskusijske liste i Facebook grupe Nastava matematike, članovi udruge Normala, članovi Hrvatskog matematičkog društva te voditelji županijskih stručnih vijeća koje smo zamolili da obavijeste svoje članove te ih zamole za suradnju. Prema podacima MZOŠ-a iz 2009. godine u osnovnim školama u RH radilo je 2126 učitelja matematike, a u srednjima 1166 nastavnika matematike. Upitnik je popunilo 428 nastavnika što, uz pretpostavku da se broj nastavnika matematike unazad četiri godine nije bitno promijenio, čini 13% populacije.

Distribucija ispitanika, uvjeti rada i opremljenost učionica

Svima koji su se odazvali pozivu da popune upitnik željeli bismo zahvaliti, a naročito voditeljima ŽSV-a koji su potaknuli i svoje članove da učine isto. S obzirom da je Hrvatska podijeljena na 21 županiju, u Tablici 1. izdvojene su županije s najviše odgovora uz napomenu da iz svake županije i iz svake vrste škole imamo barem jedan odgovor čime smo osigurali geografsku pokrivenost po vrstama škola. Distribucija ispitanika po godinama radnog staža prikazana je Grafikonom 1.

županija	osnovna škola	srednja struk. škola	gimnazija	ukupno
1. Zagrebačka	17	8	3	28
4. Karlovačka	17	7	3	27
5. Varaždinska	24	11	3	38
8. Primorsko-goranska	23	1	6	30
14. Osječko-baranjska	10	5	8	23
17. Splitsko-dalmatinska	21	13	3	37
18. Istarska	14	3	3	20
20. Međimurska	11	7	5	23
21. Grad Zagreb	24	19	15	58
ukupno	229	127	72	428
	53.50%	29.67%	16.82%	100.00%

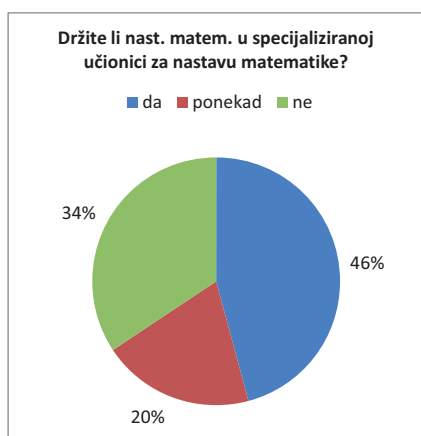
Tablica 1. Distribucija ispitanika po županijama i vrstama škola (izdvojene županije s više od 20 odgovora)



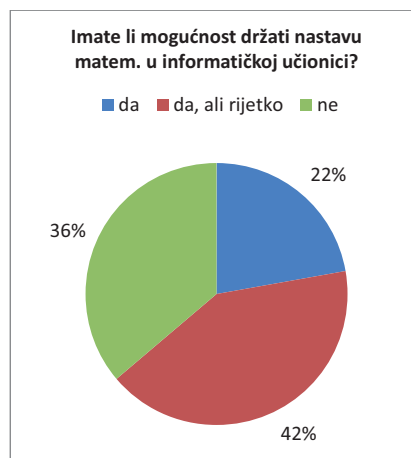
Grafikon 1. Broj nastavnika prema godinama radnog staža

Druga skupina pitanja odnosila se na uvjete rada i opremljenost učionica. Željeli smo ispitati koliki udio nastavnika matematike održava nastavu u specijaliziranoj učionici za nastavu matematike te koliki udio ima mogućnost držati nastavu matematike u informatičkoj učionici. Struktura dobivenih odgovora vidljiva je na Grafikonima 2. i 3.

Na pitanje kako su opremljene učionice u kojima se održava nastava matematike ponudili smo nekoliko odgovora, ali ostavili i mogućnost da ispitanici sami napišu svoj odgovor. Radi jednostavnije analize odgovore smo kasnije podijelili u tri skupine: (1) učionica koja nema ni računalo ni projektor, (2) učionica koja ima samo računalo, učionica koja

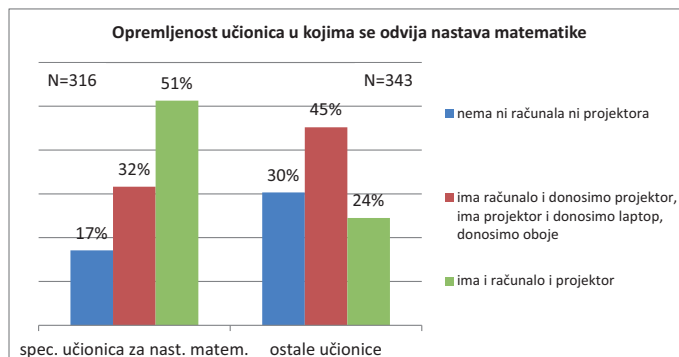


Grafikon 2. Udio nastavnika prema mjestu izvođenja nastave matematike



Grafikon 3. Udio nastavnika prema mogućnosti korištenja informatičke učionice

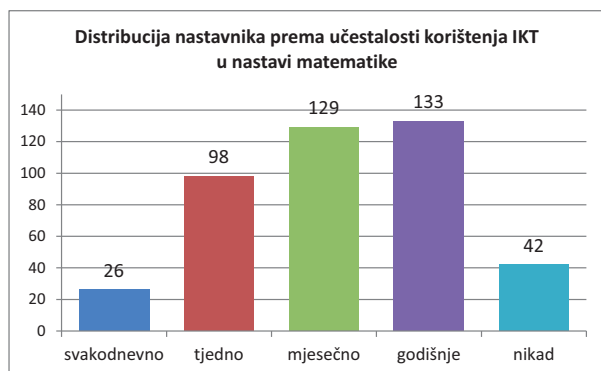
ima samo projektor i postoji mogućnost donošenja školskog prijenosnog računala ili učionica u koju se po potrebi donosi (školsko ili osobno) prijenosno računalo i projektor te (3) učionica koja ima i računalo i projektor (ili pametnu ploču). Rezultati su prikazani Grafikonom 4. Može se uočiti da među 316 nastavnika koji uvijek ili ponekad koriste specijaliziranu učionicu za matematiku, njih 162 (ili 51%) imaju na raspolaganju i računalo i projektor, dok se među 343 nastavnika koji nastavu održavaju u ostalim učionicama samo 84 (ili 24%) izjasnilo da koriste učionicu i s računalom i s projektorom. Međutim, nije zanemariv podatak i da veći udio nastavnika po potrebi donosi računalnu opremu za nastavu matematike (32% u specijaliziranu učionicu za matematiku, 45% u ostale učionice).



Grafikon 4. Opremljenost učionica u kojima se odvija nastava matematike

Rezultati i korelacije

Učestalost korištenja računala, odnosno IKT-a u nastavi matematike podijelili smo u pet kategorija: svakodnevno, nekoliko puta tjedno, nekoliko puta mjesečno, nekoliko puta godišnje te nikad. Izričito je naglašeno da se ovi odgovori odnose na korištenje računalne opreme u radu s učenicima za vrijeme trajanja nastavnog sata, što znači da se korištenje računala u pripremanju za nastavu i ostalim oblicima rada nastavnika ovdje ne uključuju. Dobiveni rezultati prikazani su Grafikonom 5. što bi u postotcima iznosilo: 6.1% ispitanika računalo u nastavi koristi svakodnevno, 22.9% nekoliko puta tjedno, 30.1% nekoliko puta mjesečno, 31.1% nekoliko puta godišnje te 9.8% nikad.



Grafikon 5. Učestalost korištenja IKT-a u nastavi matematike

Zatim se željelo ispitati ovisi li i u kojoj mjeri učestalost korištenja IKT-a o vrsti škole u kojoj nastavnici radi, o predmetima koje predaje te o duljini radnog staža nastavnika matematike. Rezultati su prikazani Tablicama 2., 3. i 4. Može se zaključiti kako duljina radnog staža, odnosno iskustvo nastavnika ponajviše utječe na učestalost korištenja IKT-a u nastavi. U Tablici 4. vidljivo je kako 2/3 najmlađih nastavnika (0-5 godina radnog staža) koriste računalo u nastavi samo nekoliko puta godišnje ili mjesečno, dok stariji kolege IKT koriste puno više. Zanimljiv je podatak da nastavnici s preko 30 godina radnog staža najčešće koriste računalo u nastavi (čak 16% ih koristi svakodnevno, a preko 50% tjedno ili mjesečno). S obzirom na predmete koje nastavnici predaje uočava se nešto veći postotak kod nastavnika koji predaju matematiku i informatiku, a nešto manji za matematiku i fiziku, no s obzirom na neujednačen udio ispitanika (matematika 72%, matematika i informatika 16%, matematika i fizika 12%) ne možemo donositi općenite zaključke po tom pitanju. U Tablici 2. vidljivo je da nastavnici koji rade u osnovnim školama računalo koriste nešto više od nastavnika koji rade u gimnazijama, dok se u strukovnim školama računalo znatno manje koristi.

Iako je bilo za očekivati da će uvjeti rada i opremljenost učionica utjecati na učestalost korištenja računala u nastavi matematike, Tablice 5., 6., 7. i 8. pokazuju u kojoj mjeri su prisutne razlike.

		učestalost IKT-a				
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad
vrsta škole	osnovna škola	18	61	77	60	13
		7.90%	26.60%	33.60%	26.20%	5.70%
	srednja strukovna	4	21	28	51	23
		3.10%	16.50%	22.00%	40.20%	18.10%
	gimnazija	4	16	24	22	6
		5.60%	22.20%	33.30%	30.60%	8.30%
	ukupno	26	98	129	133	42
		6.10%	22.90%	30.10%	31.10%	9.80%

Tablica 2. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i vrsta škole

Može se uočiti kako nastavnici koji nastavu održavaju u specijaliziranoj učionici za nastavu matematike te oni kojima je informatička učionica dostupna znatno češće koriste računala od ostalih. Nastavnici koji imaju na raspolaganju i računalo i projektor češće koriste tu opremu (52% svakodnevno

ili tjedno u specijaliziranoj učionici za matematiku, 38% u ostalim učionicama), a oni koji nemaju opremu u učionicama rijetko koriste računala u radu s učenicima (85% svega nekoliko puta godišnje ili nikada u specijaliziranoj učionici za matematiku, 72% u ostalim učionicama).

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
komb. predmeta	matematika	19	70	91	92	34	306
		6.20%	22.90%	29.70%	30.10%	11.10%	100.00%
	matem. i informatika	5	16	25	17	4	67
		7.50%	23.90%	37.30%	25.40%	6.00%	100.00%
	matematika i fizika	2	12	13	22	4	53
		3.80%	22.60%	24.50%	41.50%	7.50%	100.00%
	ostalo	0	0	0	2	0	2
		0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%

Tablica 3. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i predmeta koje nastavnik predaje

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
radni staž	0–5	5	18	37	46	14	120
		4.20%	15.00%	30.80%	38.30%	11.70%	100.00%
	6–15	6	35	37	46	15	139
		4.30%	25.20%	26.60%	33.10%	10.80%	100.00%
	16–30	8	33	44	32	9	126
		6.30%	26.20%	34.90%	25.40%	7.10%	100.00%
	31 i više	7	12	11	9	4	43
		16.30%	27.90%	25.60%	20.90%	9.30%	100.00%

Tablica 4. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i radnog staža nastavnika

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
spec. učionica za nast. matem.	da	24	68	62	33	9	196
		12.20%	34.70%	31.60%	16.80%	4.60%	100.00%
	ponekad	1	15	34	30	5	85
		1.20%	17.60%	40.00%	35.30%	5.90%	100.00%
	ne	1	15	33	70	28	147
		0.70%	10.20%	22.40%	47.60%	19.00%	100.00%

Tablica 5. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i mjesta održavanja nastave matematike

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
mogućnost u inf. učionici	da	11	30	29	22	3	95
		11.60%	31.60%	30.50%	23.20%	3.20%	100.00%
	da, ali rijetko	8	38	55	62	15	178
		4.50%	21.30%	30.90%	34.80%	8.40%	100.00%
	ne	7	30	45	49	24	155
		4.50%	19.40%	29.00%	31.60%	15.50%	100.00%

Tablica 6. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i dostupnosti informatičke učionice

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
oprema učionice za matem.	nema računalo ni projektor	0	1	7	32	14	54
		0.00%	1.90%	13.00%	59.30%	25.90%	100.00%
	donosimo računalo i/ili projektor	5	25	37	30	3	100
		5.00%	25.00%	37.00%	30.00%	3.00%	100.00%
	ima računalo i/ili projektor	21	63	57	17	4	162
		13.00%	38.90%	35.20%	10.50%	2.50%	100.00%
	ukupno	26	89	101	79	21	316
		8.23%	28.16%	31.96%	25.00%	6.65%	100.00%

Tablica 7. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i opreme spec. učionice za matematiku

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
oprema ostalih učionica	nema računalo ni projektor	0	12	17	44	31	104
		0.00%	11.50%	16.30%	42.30%	29.80%	100.00%
	donosimo računalo i/ili projektor	6	30	57	57	5	155
		3.90%	19.40%	36.80%	36.80%	3.20%	100.00%
	ima računalo i/ili projektor	9	23	26	22	4	84
		10.70%	27.40%	31.00%	26.20%	4.80%	100.00%
	ukupno	15	65	100	123	40	343
		4.37%	18.95%	29.15%	35.86%	11.66%	100.00%

Tablica 8. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i opreme ostalih učionica

Ela Rac-Marinić-Kragić (2010.) daje sustavni prikaz korištenja IKT-a u nastavi matematike na nastavnom satu naglašavajući prednosti i nedostatke svakog od navedenih načina korištenja računala (Tablica 9.).

Dubravka Glasnović Gracin (2008.) opisuje specijaliziranu matematičku računalnu podršku koja se odnosi na programe koji podržavaju jedan ili više matematičkih prikaza (grafički, simbolički, tablični) te daje sljedeći popis matematičkog softvera:

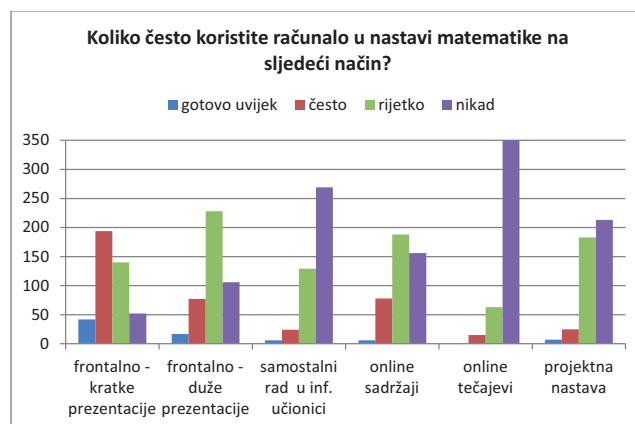
	Prednosti	Nedostaci
kratkotrajne prezentacije na nastavnom satu	kombiniranje predavačke nastave i demonstracije, zornost, dinamičnost prikaza	nema ih
duže prezentacije na nastavnom satu	kombiniranje predavačke nastave i demonstracije, zornost, dinamičnost prikaza	pasivan odnos učenika i gubitak koncentracije
samostalni rad učenika u informatičkoj učionici	tempo rada, nivo koncentracije, motiviranost, nova kvaliteta dinamičkih uradaka	vrijeme za izradu materijala, nedostatak stručno osposobljenih nastavnika
online sadržaji	samostalnost, dostupnost	manjak materijala i educiranih nastavnika

Tablica 9. Prednosti i nedostaci korištenja računala u nastavi matematike

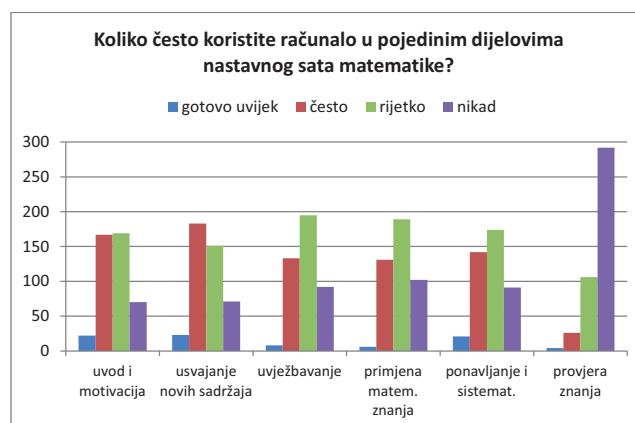
programi dinamične geometrije, tablični kalkulatori, grafički alati, sustavi računalne algebre. Željka Bjelanović Dijanić opisuje tri modela korištenja računala u istraživačkom radu učenika u nastavi matematike (2012.) te prikazuje provjeru znanja učenika uz pomoć računala (Propyx) navodeći prednosti i nedostatke *online* ispitivanja (2009.). Wild (2009.) u knjizi *Moodle 1.9 Math* na dvjestotinjak strana detaljno opisuje kako matematičke alate implementirati u sustav za e-učenje Moodle, a cijelo jedno poglavlje posvećuje GeoGebri u Moodle-u.

Na osnovu ovih radova oblikovana su sljedeća tri pitanja kojima se željelo utvrditi kako, kada i koje programe nastavnici matematike najčešće/najrjeđe koriste. Za svaku stavku ponuđena je skala procjene s četiri stupnja (gotovo uvijek – često – rijetko – nikad), a rezultati su prikazani Grafikonima 6., 7. i 8.

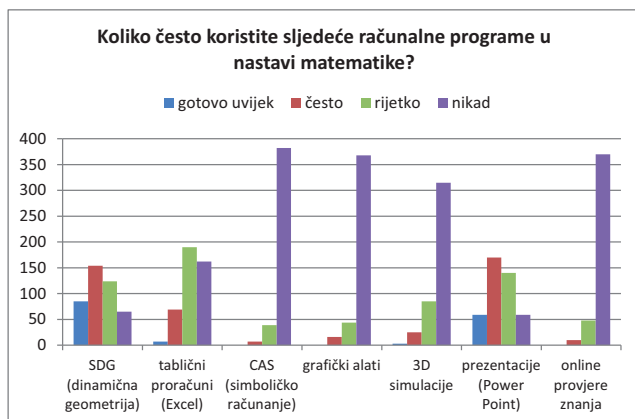
Možemo zaključiti kako nastavnici matematike računalo najčešće koriste kod frontalnih demonstracija putem projektor i to kratkotrajnih prezentacija (55% nastavnika ih koristi gotovo uvijek ili često). Najrjeđe se koriste *online* tečajevi (82% nastavnika nikad nije koristilo, 15% rijetko) i samostalni rad u informatičkoj učionici (63% nikada, a 30% rijetko). Računalo se najčešće koristi kod uvoda u nastavni sat i motivacije (44% gotovo uvijek ili često) te za usvajanje novih nastavnih sadržaja (48% gotovo uvijek ili često), dok se najrjeđe koristi za provjeru znanja (68% nikad, 25% rijetko). Što se tiče



Grafikon 6. Na koji način nastavnici matematike koriste računalo u nastavi?



Grafikon 7. U kojim etapama nastavnog sata nastavnici matematike koriste računalo?



Grafikon 8. Koje računalne programe nastavnici matematike koriste u nastavi?

računalnih programa iznenađuje rezultat da se programi za prezentacije poput PowerPointa (53.5% gotovo uvijek ili često) koriste gotovo u istoj mjeri kao i programi dinamične geometrije (56% gotovo uvijek ili često). Napominjemo da PowerPoint kao program nije naveden u klasifikaciji računalnih programa za nastavu matematike već spomenutih autora. Programi za tablične proračune poput Excela koriste se vrlo rijetko (38% nikad, 44% rijetko), dok se programi za simboličko računanje (89% nikad, 9% rijetko), grafički alati (86% nikad, 10% rijetko), 3D simulacije (74% nikad, 20% rijetko) i *online* provjere znanja (86% nikad, 11% rijetko) gotovo i ne koriste. Jedan od razloga zašto se programi za simboličko računanje, grafički alati i 3D simulacije jako rijetko koriste je i taj što su mogućnosti takvih vrsta programa ugrađene u neke od programa dinamične geometrije (npr. GeoGebra) pa nastavnici nemaju potrebe za instalacijom dodatnih programa

(Rac, 2010.). Stoga navode da ih ne koriste iako vjerujemo da mogućnosti tih programa ipak koriste unutar navedenih programa dinamične geometrije.

Na kraju upitnika pitali smo nastavnike smatraju li da bi računalno u nastavi matematike trebali više koristiti. 326 ispitanika (76%) odgovorilo je potvrdno, a 102 ispitanika (24%) negativno. Logično bi bilo za pretpostaviti da nastavnici koji računalno najčešće koriste (29% ih koristi svakodnevno ili tjedno) smatraju da ga ne bi trebali još više koristiti, ali Tablica 10. pokazuje drukčije rezultate. Čak 14% nastavnika koji računalno nikada ne koriste te 14% nastavnika koji ga koriste svega nekoliko puta godišnje smatraju da ga ne bi trebali češće koristiti.

Prema istraživanjima Britanske agencije za IKT u obrazovanju (Becta, 2004.) oblikovano je posljednje pitanje koje se odnosilo na razloge zbog kojih nastavnici matematike ne koriste ili premalo koriste računalno u nastavi. Nastavnici su mogli birati više odgovora, a rezultati prikazani u Tablici 11. pokazuju kako su u našim školama najveći problemi nedostatak opreme (46%), nemogućnost korištenja informatičke učionice (39%) i nedostatak vremena za pripremu (38%).

Od ostalih razloga (nešto drugo) navode se sljedeći problemi: ne postoji internetska veza u učionicama, stara oprema i česti kvarovi, premala informatička učionica za cijeli razred, nedostatak vremena za obradu i uvježbavanje sadržaja predviđenih planom i programom, ne govorim strane jezike, a posebno izdvajamo komentar jednog kolege ili kolegice: *Imamo prijenosno računalo i projektor koji se čuvaju u uredu ravnatelja i koriste ga u nastavi svi*

		učestalost IKT-a					
		svakodnevno	tjedno	mjesečno	godišnje	nikad	ukupno
treba li računalo više koristiti	da	13	60	103	114	36	326
		50.00%	61.20%	79.80%	85.70%	85.70%	76.20%
	ne	13	38	26	19	6	102
		50.00%	38.80%	20.20%	14.30%	14.30%	23.80%

Tablica 10. Korelacija učestalosti korištenja IKT-a i "treba li računalo više koristiti"

Razlozi nedovoljnog korištenja računala u nastavi	<i>f</i>	<i>P</i>
nedostatak opreme	196	46%
nemogućnost korištenja informatičke učionice	165	39%
nedostatak digitalnih nastavnih materijala	106	25%
nedostatak edukacije za korištenje IKT-a u nastavi matematike	83	19%
nedostatak vremena za pripremu	162	38%
nedostatak samopouzdanja	19	4%
nepoticažno školsko ozračje	83	19%
ne vidim prednosti korištenja IKT-a pred "starim metodama"	25	6%
nešto drugo: _____	32	7%

Tablica 11. Razlozi zbog kojih se računala nedovoljno koriste

učitelji škole koji to žele, tj. stignu ga uzeti. Takav način korištenja opreme je stresan, opterećujući i nesiguran jer lako ostanete bez opreme ako vas kolega preduhitri.

Zaključak

Na kraju valja napomenuti kako je u ovom istraživanju korišten prigodni uzorak. S obzirom da se upitniku pristupalo putem veze na mrežnu stranicu koja se proslijeđivala elektroničkom poštom, upitnik su popunili nastavnici koji redovito čitaju elektroničku poštu. Pretpostavljamo da ti nastavnici češće koriste računala i kod kuće i u nastavi tako da neke od rezultata (npr. Koliko često koristite računalo u nastavi matematike?) ne možemo

generalizirati za cijelu populaciju, odnosno dobiveni rezultati su vrlo vjerojatno povoljniji nego što bi bili da je korišten slučajni uzorak. Ipak, možemo zaključiti kako na učestalost korištenja IKT-a u nastavi matematike ponajviše utječu uvjeti rada i opremljenost učionica te radno iskustvo nastavnika. Na temelju odgovora pojedinih ispitanika možemo pretpostaviti kako postoje velike razlike u opremljenosti škola računalima, prijenosnim računalima, projektorima i pametnim pločama. Nadalje, uočavamo kako se u nastavi matematike najčešće koriste kratkotrajne demonstracije putem projektor te programi dinamične geometrije i programi za prezentacije. Nismo zadovoljni spoznajom da se samostalan rad učenika na digitalnim nastavnim materijalima u informatičkoj učionici vrlo rijetko koristi te se ubuduće planiramo više pozabaviti upravo tim problemom.

LITERATURA

- 1/ Becta, *A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers*, 2004.
- 2/ Ž. Bjelanović Dijanić, *Provjera osnovnih matematičkih znanja zadacima objektivnog tipa (ZOT) – na papiru i na računalu*, Zbornik radova Šestog stručno-metodičkog skupa "Didaktička dokimologija", Pula: HMD (2009), str. 191–211.
- 3/ Ž. Bjelanović Dijanić, *Računalo u istraživačkom radu učenika u nastavi matematike*, Napredak (2012), god. 153, br. 2, str. 203–218.
- 4/ D. Glasnović Gracin, *Računalo u nastavi matematike*, Matematika i škola (2008), god. 10, br. 46, str. 10–15.
- 5/ D. Glasnović Gracin, *Računalo u nastavi matematike*, 2. dio, Matematika i škola (2008), god. 10, br. 47, str. 81–84.
- 6/ E. Rac Marinić-Kragić, *Primjena IKT u nastavi matematike za gimnazije i tehničke škole*, Županijsko stručno vijeće Zagrebačke županije, (2010) <http://www.normala.hr/prezentacije/zupanijska2010/ela/PrimjenaIKTuNastaviMatematike.ppt> (dostupno 28.3.2013).
- 7/ I. Wild, *Moodle 1.9 Math*, Birmingham: Packt Publishing, 2009.