

Postoji li matematička inteligencija?

KRISTINA POLANČEC¹ I SANJA SRUK²

Što je inteligencija?

Ljudi koji su uspješni u rješavanju matematičkih problema bez sumnje su inteligentni. To ne znači da ljudi koji imaju poteškoće u rješavanju matematičkih problema nisu inteligentni. Među članovima Mense, organizacije čiji članovi mogu biti samo osobe s visokim kvocijentom inteligencije (2 % populacije), ima puno matematičara, ali i onih koji su tijekom svoga školovanja teško svladavali matematičke sadržaje. Postoji više definicija inteligencije, ali najčešće se definira kao sposobnost snalaženja u novim situacijama. Američki psiholog Howard Gardner smatra da ne postoji jedna, nego čak devet vrsta inteligencije: logičko-matematička, verbalno-lingvistička, tjelesno-kinestetička, prostorno-vizualna, glazbena, interpersonalna (tj. socijalna inteligencija), intrapersonalna (sposobnost introspekcije, tj. samoanalize), duhovno-egzistencijalna (promišljanja o životu) i prirodna (razumijevanje prirodnih pojava i zakonitosti). Ovakvu podjelu napravio je 1983. godine, a u jednom intervjuu 2016. godine izjavio je da bi dodao i pedagoško-didaktičku inteligenciju koja omogućuje uspješno poučavanje. Logičko-matematičku inteligenciju Gardner definira kao sposobnost logičkog i kritičkog razmišljanja, rješavanja problema, apstrakcije i razumijevanja uzročno-posljedičnih veza te smatra da je ona najbliža pojmu tzv. fluidne inteligencije, sposobnosti za rješavanje novih problema gdje iskustvo i znanje nisu od velike koristi. Međutim, mnogi psiholozi ne slažu se s tim. Richard B. Fletcher i John Hattie ističu da takva podjela ima manjkavosti, a kao najveće od njih ističu nedostatak dokaza da te inteligencije nisu povezane i poteškoće u mjerenju tih inteligencija (*Intelligence and Intelligence Testing*, 2011.).

Znanstvena istraživanja

Do sada su provedena mnogobrojna istraživanja o povezanosti inteligencije i školskog uspjeha te koji su još prediktori tog uspjeha, poput crta ličnosti ili interesa. Rezultate tih istraživanja, kao i njihove nedostatke zbog kojih rezultati nisu uvijek dosljedni, detaljno je opisala Patricija Kuljanić u svom radu *Inteligencija, crte ličnosti i profesionalni interesi kao prediktori školskog postignuća*, a i sama je 2016. godine

¹Kristina Polančec, I. gimnazija, Zagreb

²Sanja Sruk, I. gimnazija, Zagreb

provela istraživanje u kojem je sudjelovalo 263 učenika osmog razreda iz Rijeke. Sva istraživanja pokazuju da postoji velika povezanost između školskog uspjeha i inteligencije te se pokazalo kako je kognitivna sposobnost bolji prediktor uspjeha u matematičkim i drugim znanstvenim predmetima nego u jezičnim, a mnogo bolji od onog u umjetničkim predmetima. Konkretno, istraživanje iz 2007. godine (I. J. Deary i suradnici) pokazuje da inteligencija objašnjava 59 % varijance uspjeha u matematici, 48 % u engleskom jeziku kao materinjem, 44 % u geografiji, a 40 % u povijesti. Kasnija istraživanja usmjerena su na traženje drugih prediktora školskog uspjeha i pokazala su da na uspjeh, ali u manjoj mjeri, utječe i obitelj i šira socijalna okolina učenika, učitelj i škola, osobine ličnosti, motivacija, interesi, stil učenja i samopoštovanje. Uz inteligenciju se jedino savjesnost (radna etika, upornost, organiziranost) pokazala kao značajan prediktor uspjeha u prirodnim i društvenim predmetima. Istraživanje su proveli Furnham i Monsen 2009. godine i došli do rezultata da crte ličnosti (ponajviše savjesnost) čine 15 % od ukupne varijance školskih ocjena.

Rad našeg mozga još uvijek nije u potpunosti jasan i predmet je interesa mnogih znanstvenika pa svako novo istraživanje donosi i nova znanja. Prijašnja shvaćanja o strogoj podjeli mozga, pri čemu je desna strana kreativna i jezična, a lijeva matematička i prostorna, tim su istraživanjima odbačena i smatra se da su obje strane zaslužne i za kreativnost i za matematiku. Osim toga, matematika nije samo logična, već je itekako kreativna, kao i svaka znanost, jer bez kreativnosti ne bi bilo ni novih znanstvenih dostignuća.

Znanstvenici su istraživali je li razvijeno matematičko mišljenje povezano s jezičnim centrima u mozgu ili onima zaduženima za obradu brojeva i prostorno snalaženje. U istraživanju je sudjelovalo 15 matematičkih stručnjaka i 15 fakultetski obrazovanih ljudi čija struka nije povezana s matematikom. Njihov je zadatak bio odgovoriti na 72 pitanja iz više matematike i 18 jednako teških pitanja iz drugih područja, a funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI) za to je vrijeme snimala njihovu moždanu koru. Istraživanje je pokazalo da su prilikom odgovaranja na nematematička pitanja kod svih sudionika bili uključeni dijelovi mozga zaduženi za obradu jezika, ali prilikom odgovaranja na matematička pitanja samo su kod matematičara bili aktivni i drugi dijelovi moždane kore, oni koji su povezani s urođenim poimanjem brojeva i prostora. Iako mnogi, posebno nastavnici u matematičkim gimnazijama, primjećuju da učenici nadareni za matematiku često razmišljaju drugačije od drugih, potrebno je provesti još mnoga istraživanja kako bi se to dokazalo ili opovrgnulo.

Analiza ocjena učenika 1. gimnazije u Zagrebu

Autorice članka su profesorice matematike u zagrebačkoj 1. gimnaziji koja upisuje učenike u dva gimnazijska programa: opći i prirodoslovno-matematički. U oba programa upisuju se učenici s velikim brojem bodova (u pravilu više od 79). Prirodoslovno-matematički program, kao i drugdje u Hrvatskoj, upisuju učenici koji su u osnovnoj školi postigli najbolje rezultate. Iako im nije mjerena inteligencija,

vjerojatno je, s obzirom na ranije navedene rezultate raznih istraživanja, da su to učenici s većim kvocijentom inteligencije, a i u neposrednom radu s učenicima primijećeno je da oni zaista lakše svladavaju matematičke sadržaje. Stoga nije neobično da su njihovi rezultati u prirodnim predmetima bolji od rezultata koje postižu učenici koji pohađaju opći smjer. Korelacija uspjeha u društvenim predmetima i inteligencije je manja; prirodoslovci često nemaju velik interes za društvene predmete, a savjesnost i druge crte ličnosti nisu povezane s inteligencijom, ali oni i u društvenim predmetima postižu bolje rezultate. Ne znamo je li to zbog njihove matematičke inteligencije i postoji li ona uopće, ali zanimljivo je usporediti njihova postignuća.

U sljedećim tablicama prikazane su srednje ocjene učenika trećih razreda (školska godina 2021./2022.) iz četiri prirodna i četiri društvena predmeta.

3.r., 2021./2022.	opća g.	p - m g.
Matematika	4.02	4.29
Fizika	3.93	4.20
Kemija	3.78	4.70
Biologija	4.47	4.64

3.r., 2021./2022.	opća g.	p - m g.
Hrvatski j.	3.93	4.06
Engleski j.	4.23	4.77
Povijest	4.28	4.51
Geografija	4.28	4.47

Da rezultati ne ovise o generaciji pokazuju i rezultati uspjeha na Državnoj maturi (maturanti 2021./2022.). Većina učenika polaže obvezne predmete na višoj razini pa su u tablici prikazani rezultati za tu razinu.

DM, 2021./2022.	opća g.	p-m g.
Hrvatski j. A	4.34	4.56
Engleski j. A	4.75	4.89
Matematika A	3.50	4.45

Slična je situacija i na razini države. Ovo su rang-liste deset najuspješnijih škola (rezultati preuzeti iz Školskog e-rudnika):

Šifra i naziv škole	Predmet	Razina	Broj učenika	Prosječna ocjena u 4. razredu SŠ (šk. god)	Prosječna ocjena (drž. matura)
21-114-515 XV. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Matematika	A	221	4.09	4.75
		B	2	2.00	4.50
		Ukupno	223	4.07	4.75
17-126-507 III. GIMNAZIJA - SPLIT - SPLIT	Matematika	A	139	3.76	4.58
		Ukupno	139	3.76	4.58
21-114-505 V. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Matematika	B	9	2.56	4.33
		A	165	4.23	4.32
		Ukupno	174	4.14	4.32
14-060-505 III. GIMNAZIJA - OSIJEK - OSIJEK	Matematika	B	7	3.29	4.29
		A	122	3.92	4.11
		Ukupno	129	3.88	4.12
13-107-501 GIMNAZIJA FRANJE PETRIČA - ZADAR - ZADAR	Matematika	A	79	4.09	3.94
		B	4	2.50	3.75
		Ukupno	83	4.01	3.93
21-114-502 II. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Matematika	A	126	3.90	3.90
		B	21	2.62	3.86
		Ukupno	147	3.71	3.90
21-114-514 GIMNAZIJA LUCIJANA VRANJANINA - GRAD ZAGREB	Matematika	A	154	4.31	3.78
		B	34	3.26	3.68
		Ukupno	188	4.12	3.76
21-114-508 GIMNAZIJA TITUŠA BREZOVAČKOG - GRAD ZAGREB	Matematika	B	13	3.69	4.15
		A	86	4.40	3.67
		Ukupno	99	4.30	3.74
21-114-501 I. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Matematika	A	129	4.10	3.71
		B	11	3.36	3.45
		Ukupno	140	4.04	3.69
21-114-503 III. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Matematika	A	94	3.73	3.68
		B	53	2.74	3.51
		Ukupno	147	3.37	3.62

Šifra i naziv škole	Predmet	Razina	Broj učenika	Prosječna ocjena u 4. razredu SŠ (šk. god)	Prosječna ocjena (drž. matura)
13-107-501 GIMNAZIJA FRANJE PETRIČA - ZADAR - ZADAR	Hrvatski jezik	A	83	4.52	4.47
		Ukupno	83	4.52	4.47
21-114-502 II. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Hrvatski jezik	A	143	4.83	4.45
		B	4	4.75	4.00
		Ukupno	147	4.82	4.44
17-126-507 III. GIMNAZIJA - SPLIT - SPLIT	Hrvatski jezik	B	2	2.50	4.50
		A	137	4.07	4.37
		Ukupno	139	4.04	4.37
21-114-501 I. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Hrvatski jezik	A	135	4.24	4.39
		B	5	3.40	4.00
		Ukupno	140	4.21	4.37
21-114-514 GIMNAZIJA LUCIJANA VRANJANINA - GRAD ZAGREB	Hrvatski jezik	A	178	3.80	4.36
		B	10	3.40	4.30
		Ukupno	188	3.78	4.36
21-114-515 XV. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Hrvatski jezik	A	193	4.58	4.26
		B	30	4.10	4.17
		Ukupno	223	4.52	4.25
21-114-508 GIMNAZIJA TITUŠA BREZOVAČKOG - GRAD ZAGREB	Hrvatski jezik	A	97	4.32	4.23
		B	2	4.00	4.00
		Ukupno	99	4.31	4.22
17-126-509 V. GIMNAZIJA VLADIMIR NAZOR - SPLIT - SPLIT	Hrvatski jezik	A	140	3.94	4.22
		Ukupno	140	3.94	4.22
21-114-504 IV. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Hrvatski jezik	A	108	3.84	4.21
		B	1	2.00	4.00
		Ukupno	109	3.83	4.21
19-018-503 BISKUPIJSKA KLASIČNA GIMNAZIJA RUĐERA BOŠKOVIČA S PRAVOM JAVNOSTI - DUBROVNIK	Hrvatski jezik	A	24	3.92	4.21
		Ukupno	24	3.92	4.21

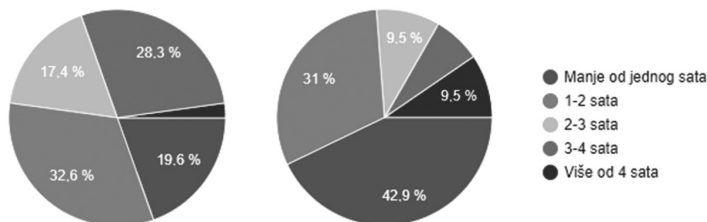
Šifra i naziv škole	Predmet	Razina	Broj učenika	Prosječna ocjena u 4. razredu SŠ (šk. god)	Prosječna ocjena (drž. matura)
21-114-515 XV. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	B	12	4.42	4.92
		A	211	4.93	4.90
		Ukupno	223	4.91	4.90
21-114-505 V. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	B	14	4.29	4.86
		A	160	4.76	4.83
		Ukupno	174	4.72	4.83
21-114-516 XVI. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	B	1	4.00	5.00
		A	129	4.64	4.79
		Ukupno	130	4.63	4.79
21-114-501 I. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	A	138	4.61	4.78
		B	2	3.50	4.50
		Ukupno	140	4.59	4.78
21-114-504 IV. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	A	102	4.07	4.76
		Ukupno	102	4.07	4.76
21-114-508 GIMNAZIJA TITUŠA BREZOVAČKOG - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	A	96	4.83	4.74
		B	3	5.00	4.67
		Ukupno	99	4.84	4.74
21-114-514 GIMNAZIJA LUCIJANA VRANJANINA - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	A	177	4.43	4.75
		B	11	3.64	4.45
		Ukupno	188	4.38	4.73
17-126-507 III. GIMNAZIJA - SPLIT - SPLIT	Engleski jezik	A	138	4.79	4.73
		B	1	3.00	3.00
		Ukupno	139	4.78	4.72
21-114-502 II. GIMNAZIJA - ZAGREB - GRAD ZAGREB	Engleski jezik	A	144	4.78	4.72
		B	3	3.67	4.33
		Ukupno	147	4.76	4.71
13-107-501 GIMNAZIJA FRANJE PETRIĆA - ZADAR - ZADAR	Engleski jezik	A	82	4.70	4.66
		B	1	2.00	3.00
		Ukupno	83	4.66	4.64

Među deset najuspješnijih škola na Državnoj maturi iz Matematike našlo se čak osam škola koje su potpuno ili djelomično prirodoslovno-matematičke (XV. gimnazija – Zagreb, III. gimnazija – Split, V. gimnazija – Zagreb, III. gimnazija – Osijek, Gimnazija Franje Petrića – Zadar, Gimnazija Lucijana Vranjanina – Zagreb, I. gimnazija – Zagreb i III. gimnazija – Zagreb).

Iako je broj općih gimnazija znatno veći od prirodoslovno-matematičkih, među deset najuspješnijih na Državnoj maturi iz Hrvatskoga jezika nalazi se pet škola koje su potpuno ili djelomično prirodoslovno-matematičke (Gimnazija Franje Petrića – Zadar, III. gimnazija – Split, I. gimnazija – Zagreb, Gimnazija Lucijana Vranjanina – Zagreb i XV. gimnazija – Zagreb), a iz Engleskoga jezika šest (XV. gimnazija – Zagreb, V. gimnazija – Zagreb, I. gimnazija – Zagreb, Gimnazija Lucijana Vranjanina – Zagreb, III. gimnazija – Split i Gimnazija Franje Petrića – Zadar).

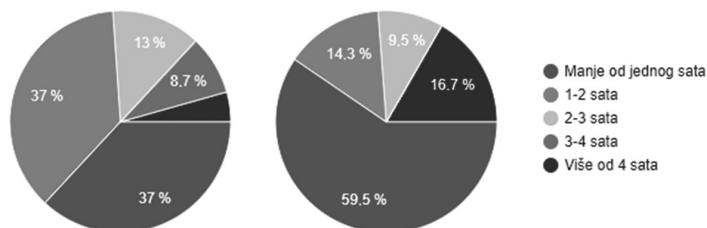
Učenici četvrtih razreda (čiji su prosjeci ocjena navedeni u prethodnim tablicama) anketirani su u ožujku 2023. godine. Ovo su pitanja koja su im postavljena i njihovi odgovori. Lijevo su odgovori maturanata koji pohađaju opći, a desno prirodoslovno-matematički smjer.

1. Koliko prosječno učiš na dan?



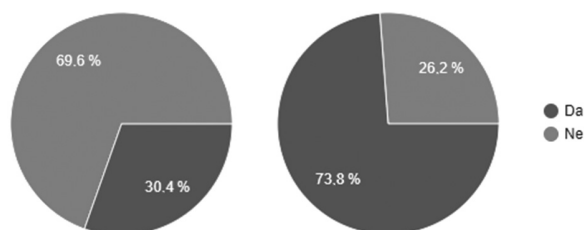
Gotovo 50 % učenika općega smjera dnevno uči više od dva sata, a u prirodoslovno-matematičkom čak 42.9 % uči manje od jednoga sata. Uče manje, a postižu bolje rezultate.

2. Koliko vremena tjedno učiš matematiku (za redovnu nastavu, bez priprema za maturu)?

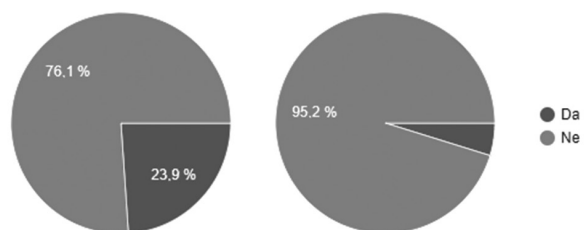


Manje od jednoga sata tjedno matematici posvećuje čak 59.5 % učenika prirodoslovno-matematičkog smjera, dok oni općega smjera ipak provode više vremena uz bilježnicu s kvadratićima. Zanimljivo je da je čak 7 učenika matematičkoga smjera (16.7 %) izjavilo da matematiku uče više od 4 sata tjedno. Ne znamo je li im zaista toliko teška ili to rade jer ih zabavlja.

3. Je li ti Matematika među tri najomiljenija predmeta?

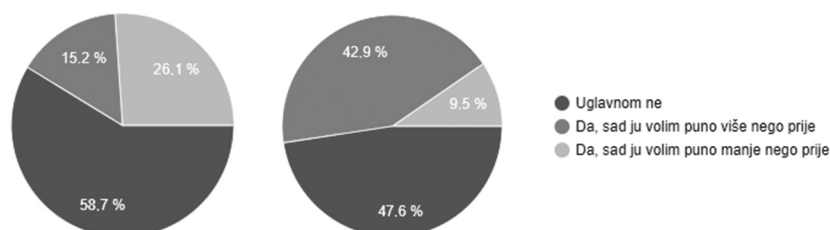


4. Je li ti Matematika među tri najomraženija predmeta?



Očekivano, učenici općega smjera manje vole Matematiku od onih prirodoslovno-matematičkog smjera, ali trećina njih ipak je svrstava među tri omiljena predmeta, dok manje od četvrtine kaže da im je Matematika među tri najomraženija predmeta.

5. Je li se tvoj stav prema matematici promijenio u zadnje četiri godine?



Ovim pitanjem htjele smo doznati koliko škola i profesor mogu utjecati na učenikov stav prema predmetu. Otprilike polovica učenika svoj stav o matematici formirala je u osnovnoj školi i on se nije promijenio.

U anketi je sudjelovalo 46 učenika općeg i 42 učenika prirodoslovno-matematičkog smjera. U nastavničkim *Facebook* grupama zamolile smo kolege da provedu anketu među svojim maturantima. Stiglo je pedesetak odgovora i oni su slični odgovorima učenika naše škole. Naši rezultati ne mogu se smatrati znanstvenim istraživanjem. To su samo naša zapažanja koja ne potvrđuju postojanje matematičke inteligencije. Vjerojatno će neka buduća znanstvena istraživanja donijeti nove spoznaje koje će objasniti razlike u radu mozga matematičara i umjetnika, ako se ustanovi da te razlike uopće postoje.

Što mi kao nastavnici možemo učiniti?

Iransko-američki matematičar Vali Siadat u članku *Using Mathematics to Improve Fluid Intelligence* (2011.) ističe da se fluidna inteligencija može unaprijediti rješavanjem matematičkih problema jer se, prema provedenim istraživanjima, tako povećava kapacitet i učinkovitost radne memorije našeg mozga. Zato smo tu mi nastavnici i naša je uloga pomoći učenicima da lakše razumiju matematičke sadržaje i poticati ih da vježbanjem i rješavanjem zadataka na različite načine razvijaju svoje logičko razmišljanje koje će im pomoći da budu uspješniji u životu, bez obzira na to hoće li matematika biti uključena u njihov posao ili ne.

Literatura:

1. T. Barbarović, J. Burušić, *Psihosocijalne i obrazovne odrednice školskog uspjeha učenika osnovnih škola: dosezi dosadašnjih istraživanja*, <https://hrcak.srce.hr/83098>

2. J. Ivić, K. Matešić, *Povezanost inteligencije i nekih osobina ličnosti iz modela „Velikih pet” sa školskim uspjehom u završnim razredima srednje škole*, <https://hrcak.srce.hr/file/174516>
3. P. Kuljanić, *Inteligencija, crte ličnosti i profesionalni interesi kao prediktori školskog uspjeha*, <https://repository.ffri.uniri.hr/islandora/object/ffri:706>
4. S. Repišti, *Neki doprinosi psihologije istraživanju matematičkog obrazovanja*, https://www.researchgate.net/publication/319351701_NEKI_DOPRINOSI_PSIHOLOGIJE_ISTRAZIVANJU_MATEMATICKOG_OBRAZOVANJA_SOME_CONTRIBUTIONS_OF_PSYCHOLOGY_TO_RESEARCH_OF_MATHEMATICAL_EDUCATION
5. *Kako se mozak matematičara razlikuje od ostalih? (National Geographic)*, <https://nationalgeographic.rs/nauka/vesti-i-zanimljivosti/a19611/kako-se-mozak-matematicara-razlikuje-od-ostalih.html>
6. Školski e-rudnik, <https://mzo.gov.hr/istaknute-teme/ser-skolski-e-rudnik-3419/3419>