

# Ženske v matematiki: od zgodovine do pedagoške prakse

**dr. Daniel Doz**

Državni znanstveni licej »France Prešeren« s slovenskim učnim jezikom, Italija,  
daniel.doz@preseren.edu.it  
Univerza na Primorskem, Pedagoška fakulteta, Slovenija  
daniel.doz@upr.si

## Izvleček

Kljub pomembnim prispevkom matematičark k znanosti so bile ženske v zgodovini matematike večkrat diskriminirane zaradi svojega spola. Še danes mnoge znanstvenice in matematičarke prejemajo manj finančne podpore kot moški. Raziskave so tudi pokazale, da na standardiziranih testih dekleta dosegajo nižje rezultate pri matematiki. Peti cilj Agende 2030 za trajnostni razvoj želi doseči večjo enakost med spoloma. V prispevku se osredotočamo na možnosti zmanjšanja razlik v matematiki. Predlagamo, da v pedagoško prakso vključimo razpravo o vlogi žensk v matematiki in raziščemo njihov prispevek.

**Ključne besede:** matematika, pedagoška praksa, zgodovina, znanost, ženske.

## Women in Mathematics: from history to classroom practice

### Abstract

Despite the significant contributions of female mathematicians to science, women in the history of mathematics have often faced discrimination due to their gender. Even today, many female scientists and mathematicians receive less financial support than their male counterparts. Research has also shown that girls achieve lower scores in mathematics on standardized tests. The fifth goal of the Agenda 2030 for sustainable development focuses on reducing gender inequalities. In this contribution, we focus on the possibilities for reducing these disparities in mathematics. We propose that in pedagogical practice, we include a discussion about the role of women in mathematics and explore their contributions.

**Key words:** mathematics, practice, history, science, women.

## 1 Uvod

Če se za trenutek vrnemo v šolske klopi in se spomnimo matematike v srednji šoli, se nam pred očmi pojavijo različna imena, kot so Pitagora, Evklid, Tales, Descartes, pa tudi Lagrange, Rolle, Cauchy. Kaj pa Emmy Noether, Marie-Sophie Germain in Ado Lovelace? To so bile matematičarke, ki so bistveno prispevale k razumevanju sveta, kot ga poznamo danes, ter so s svojim delom vplivale na razvoj matematike. Od Aspazije (470–410 pr.n.št.) naprej je prispevek matematičark neprecenljiv (Rotham, 1997).

Zakaj so nam torej imena matematičark tuja? V zgodovini matematike in znanosti nasploh je vloga ženske pogosto manj izpostavljena kot vloga moškega (Ceci in Williams, 2011). V teku zgodovine so ženske večkrat doživele diskriminacijo zaradi svojega spola, saj jim je bil otežen dostop v šole, na univerzo in akademijo. Diskriminacija žensk žal še vedno obstaja tudi v današnjem znanstvenem in akademskem svetu. Ženske pogosto prejemajo nižje financiranje v primerjavi z moškimi (Ceci in Williams, 2011; Parker in Funk, 2017) ter težje najdejo zaposlitev v znanstvenih ustanovah (Ceci in Williams, 2011).

Poleg tega je majhno tudi število žensk, ki se odločijo za kariero na znanstvenih in matematičnih področjih (Eccles, 1989; Griffith, 2010). Kljub prizadevanjem za izboljšanje stanja s pozitivnimi akcijskimi in štipendijskimi programi pa podatki o zaposlovanju kažejo, da število moških in žensk, ki vstopajo na ta poklicna področja, še vedno ni sorazmerno. Na primer: v ZDA je več kot 80 % študentov na psihologiji žensk, medtem ko je le 20 % žensk na področju fizike, 13 % na področju informatike in 40 % na področju matematike (Smith, 2011). Podobne razmere lahko opazimo tudi v Italiji (Priulla idr., 2021) in Sloveniji (Dolinšek in Hribar, 2012).

Kako premostiti neenakost med spoloma? Leta 2015 je Organizacija združenih narodov (OZN) oblikovala Agendo 2030, ki obsega sedemnajst ciljev za izboljšanje razmer na svetu. Eden izmed teh je Peti cilj – Enakost med spoloma (UN, 2015). Čeprav se cilj osredotoča predvsem na izkoreninjenje nasilja nad ženskami in diskriminacije do njih ter na zajamčeno enakopravno sodelovanje žensk v javnem življenju, bi morali vprašanje o spolni neenakosti v matematiki vključiti v cilje trajnostnega razvoja OZN. V tem prispevku izpostavljamo nekaj razmišljanj o vlogi žensk v zgodovini matematike in predstavljamo nekaj didaktičnih priporočil za obravnavo te tematike v razredu.

## 1.1 Razlike v dosežkih pri matematiki

Že več let raziskovalci opozarjajo na različen uspeh fantov in deklet na nacionalnih in mednarodnih matematičnih testih. Čeprav so raziskave heterogene in nekateri raziskovalci ne vidijo bistvenih razlik, so v Italiji (Giofrè idr., 2020) in Sloveniji (Pavešić in Cankar, 2019) opazili značilne razlike v dosežkih. Na primer: slovenska študija (Pavešić in Cankar, 2019) je pokazala, da so dekleta na testu PISA 2015 dosegla povprečno nižji rezultat kot fantje, kar kaže na sistematične razlike v dosežkih med spoloma, čeprav imajo dekleta višje šolske ocene iz matematike v primerjavi s fanti.

Podobne ugotovitve veljajo tudi v italijanskem kontekstu (Doz, 2023). Na državnem preizkusu matematičnega znanja INVALSI iz leta 2019 so dekleta dosegla statistično nižje dosežke v primerjavi s fanti, vendar imajo dekleta višje šolske ocene iz matematike v primerjavi s fanti.

Možen razlog, ki bi lahko pojasnil razlike med spoloma v šolskih ocenah, je, da so učitelji pri določanju ocen pristranski v korist dobrega vedenja. Nekatera dekleta se morda v razredu obnašajo bolje kot nekateri fantje, zaradi tega bi učitelji slednjim lahko dodelili nižje ocene (Cornwell idr., 2013), fantje pa bi lahko občutili diskriminacijo s strani učiteljev (Di Liberto in Casula, 2016). Poleg tega bi učitelji morda od deklet pričakovali več (učinek Pigmaliona; Jussim in Harber, 2005), kar bi sicer povečalo njihove dosežke v razredu, vendar ne nujno na standardiziranih testih. Obratno, med razlogi, ki bi razložili razlike na standardiziranih testiranjih, omenjamo družbene stereotipe (Cvencek idr., 2011; Hill idr., 2016): gre za lažno prepričanje, da je »matematika za fante«, jeziki in literatura pa »za dekleta«. Ti spolni stereotipi v

zvezi z matematiko povzročajo tudi nižjo samozavest pri dekletih (Louis in Mistele, 2012) in višjo matematično tesnobo (Hill idr., 2016), tj. povišan občutek tesnobe pri reševanju matematičnih problemov.

## 2 Vloga ženske v matematiki

### 2.1 Zgodovina matematike

V nadaljevanju predstavljamo le nekaj primerov matematičark, ki jih lahko učiteljice in učitelji obravnavajo med rednim poukom matematike ali predelajo v obliki delavnic:

- Theano (6. stol. pr. n. št.): učenka, hči ali žena znanega matematika Pitagore, doma iz Krotona. Bila je filozofinja, znanstvenica in matematičarka, ki se je ukvarjala s pojmom zlate sredine.
- Hipatija iz Aleksandrije (350–379 po n. št.): matematičarka in filozofinja, hči rektorja aleksandrijske akademije. Napisala je komentar spisa Diofanta iz Aleksandrije, *Arithmetica*, sestavila je astronomski kanon in komentar Apolonijevega dela o stožnicah.
- Elena Lucrezia Cornaro Piscopia (1646–1684): prva ženska, ki je diplomirala na univerzi, hči beneškega plemiča. Študirala je filozofijo, teologijo, grščino, latinščino, hebrejščino in španščino. Ni smela učiti teologije in filozofije, ker je bila ženska. Slika 1 prikazuje del dijakov prvega razreda liceja uporabnih znanosti na strokovni ekskurziji pred spominsko tablo Elene Lucrezio Cornaro Piscopia.



Slika 1: Skupina dijakov 1. razreda Državnega znanstvenega liceja Franceta Prešerna, smer uporabnih znanosti, v Benetkah: v ozadju je tabla v spomin na Eleno Lucrezio Cornaro Piscopia. Vir: osebni arhiv.

- Maria Gaetana Agnesi (1718–1799): matematičarka, filozofinja in teologinja, prva ženska avtorica matematične knjige in prva ženska, ki je učila matematiko na univerzi v Bologni. Napisala je slovito delo *Istituzioni analitiche ad uso della gioventù italiana* (1748), kjer je predstavila tudi definicijo krivulje, ki jo danes poznamo kot Agnesijeva krivulja.
- Marie-Sophie Germain (1776–1831): francoska matematičarka, ki je znana po svojih raziskavah o teoriji števil in teoriji elastičnosti. Predstavlja simbol feminizma v matematiki, saj se je borila proti predsodkom, ki so omejevali prisotnost žensk v znanosti. Uporabljala je moški psevdonim Antoine-August Le Blanc, da bi lahko podajala izpite na univerzi, saj so takrat v Franciji prepovedovali, da bi ženske lahko študirale na univerzi. Razni sloviti matematiki (npr. Lagrange in Gauss) so poznali pravo identiteto Marie-Sophie Germain in so podčrtali njeno genialnost.
- Ada Lovelace (1815–1852): hči Lorda Byrona, skupaj s Charlesom Babbagejem je sodelovala pri teorizaciji analitičnega stroja, sestavila pa je tudi algoritem za proizvodnjo Bernoullijevih števil.
- Sofija Kovalevskaja (1850–1891): prva ruska matematičarka in fizičarka, prva ženska v Severni Evropi, ki je učila na univerzi (1889, Švedska). Pod mentorstvom slovitega matematika Weierstrassa je napisala doktorsko nalogo o parcialnih diferencialnih enačbah (1874), skupaj s Cauchyjem je leta 1875 objavila izrek Cauchy-Kovalevski.
- Charlotte Angas Scott (1857–1931): doktorirala je iz analitične geometrije (1894); bila je prva članica v društvu New York Mathematical Society (1891) in prva ženska podpredsednica American Mathematical Society (1906).
- Emmy Noether (1882–1935): nemška matematičarka judovskega porekla, hči slovitega matematika Maxa Noetherja. Slovi po teoriji kolobarjev in drugih algebrskih struktur. Učila je na univerzi v Erlangnu, ne da bi bila pri tem plačana, saj so se takrat ženske težko vključevale v akademski svet. Filozofska fakulteta univerze v Goettingenu je zavrnila Hilbertovo prošnjo, da bi Noether lahko delala na fakulteti. Pridobila je naziv »Privatdozent« (tj. habilitacijo) šele leta 1919. Zaradi nastopa nacizma je morala zbežati v ZDA (Bryn Mawr College). Ko je umrla zaradi postoperacijskih komplikacij, je Albert Einstein objavil pismo v New York Timesu, v katerem jo je definiriral kot najbolj genialnega matematika (»Freulein Noether was the most significant creative mathematical genius thus far produced since higher education of women began«<sup>1</sup>).
- Anna Pell-Wheeler (1883–1966): študirala je z najpomembnejšimi matematiki svojega časa (Hilbert, Klein, Minkowski, Schwarzshild). Čeprav je iskala delo na univerzi, je ni sprejel nihče, ker je bila ženska (»But there is such an objection to women that they prefer a man even if he is inferior both in training and research.«<sup>2</sup>). Delala je na Bryn Mawr Collegeu in pomagala Emmy Noether, da se preseli v ZDA.
- Julia Robinson (1919–1985): znana po teoriji računske zahtevnosti, pripomogla je k rešitvi 10. Hilbertovega izreka. Doktorirala je pod mentorstvom slovitega logika Alfreda Tarskyja. Bila je prva ženska matematičarka v National Academy of Sciences (1975) in prva ženska predsednica American Mathematical Society. Želela je biti poznana kot matematičarka, ne pa kot

<sup>1</sup> Vir: <https://www.washingtonpost.com/news/comic-riffs/wp/2015/03/23/emmy-noether-google-doodle-why-einstein-called-her-a-creative-mathematical-genius/>.

<sup>2</sup> Vir: <https://mathwomen.agnesscott.org/women/wheeler.htm>.

»prva ženska tega ali onega« (»What I really am is a mathematician. Rather than being remembered as the first woman this or that, I would prefer to be remembered, as a mathematician should, simply for the theorems I have proved and the problems I have solved«<sup>3</sup>).

- Maryam Mirzakhani (1977–2017): iranska matematičarka in profesorica matematike na univerzi v Stanfordu. Prva ženska, ki je osvojila Fieldsovo medalijo (2014), najpomembnejšo nagrado na področju matematike (»You have to spend some energy and effort to see the beauty of math.«<sup>4</sup>).

## 2.2 Pedagoška praksa

V luči Petega cilja Agende 2030, tj. zmanjševanja razlik med spoloma, kar se v matematiki kaže tudi v razlikah v dosežkih, predlagamo, da učitelji s svojimi učenci raziščejo vlogo ženske v zgodovini matematike in se z njimi pogovorijo o (še aktualnih) diskriminacijah. Predlagamo torej sledeče delavnice, ki so nastale z namenom, da spodbudijo zanimanje za tematiko žensk v matematiki:

- seminarska naloga: učenci izberejo lahko eno ali več matematičark, predstavijo njihovo življenje, težave, s katerimi so se morale soočiti, ter njihov prispevek k znanosti. Nalogo lahko oddajo v pisni ali multimedijski obliki (npr. krajši posnetek).
- Igra vlog in gledališka predstava: učenci sestavijo besedilo za krajšo gledališko predstavo, film ali igro vlog, kjer predstavijo življenje, delo in pomen izbrane matematičarke.
- Ekskurzija: učenci si ogledajo rojstno hišo ali mesto, v katerem je živel in delovala znana matematičarka (glej Sliko 1). Na primer: v Benetkah si lahko učenci ogledajo spominsko tablo za Eleno Lucrezio Piscopia Corner. Organizirati je mogoče tudi lov na zaklad.
- Družbena omrežja: učenci pripravijo različna digitalna gradiva, ki jih šola objavi na svoji spletni strani in/ali na socialnih omrežjih (Slika 2).



licejpreseren



licejpreseren Danes, 11. februarja, obeležujemo mednarodni dan žensk in deklet v znanosti, katerega namen je spodbuditi zanimanje žensk in deklet za znanstvene predmete ter opozoriti na enakopravne možnosti v znanosti. Ženske so na znanstvenem področju še vedno premalo zastopane. Ali ste vedeli, da samo dve ženski sta do danes dobitnici Fieldsove medalje za matematično raziskovanje?

Slika 2: Skupina dijakinj in dijakov 2. razreda Državnega znanstvenega liceja Franceta Prešerna, smer uporabnih znanosti, je oblikovala sliko in jo objavila na šolski Instagram strani. Vir (Instagram): @licejpreseren.

UNESCO je leta 2015 razglasil 11. februar za mednarodni dan žensk in deklet v znanosti (UNESCO, 2015). Na ta dan lahko učenci organizirajo manjši znanstveni festival, na katerem predstavijo svoje izdelke. Na primer: v šolskem letu 2022/23 so dijakinje in dijaki 2. razreda Državnega znanstvenega liceja Franceta Prešerna, smer uporabnih znanosti, pripravili sliko, ki so jo nato objavili na šolskem Instagram profilu. Namen tega je bil osveščati šolsko skupnost in širšo javnost o temi žensk v znanosti. Poleg slike so dijakinje in dijaki pripravili krajše besedilo z namenom, da predstavijo pomen mednarodnega dneva žensk in deklet v znanosti. O pomenu tega dneva in vlogi žensk v matematiki smo nato razpravljali tudi v razredu; dijakinje in dijaki so imeli priložnost kritično razmišljati o tem in izraziti svoje mnenje o možnih korakih, s katerimi bi lahko odpravili ali vsaj omejili neenakost med spoloma v matematiki.

### 3 Zaključek

Kljub znatnim dosežkom žensk v matematiki njihova imena niso tako priznana kot imena njihovih moških kolegov. Zgodovinska in sodobna diskriminacija žensk v akademskem okolju, omejen dostop do izobraževanja, razlike pri financiranju in neenake zaposlitvene možnosti – vse to je privedlo do znatnih razlik med spoloma. Soočati se s tem je ključnega pomena ne samo za družbeno pravičnost, temveč tudi za napredek matematike same. Agenda 2030 poudarja pomen odpravljanja diskriminacije in želi zagotoviti enakovredno sodelovanje žensk na vseh področjih družbe. Čeprav se Peti cilj osredotoča predvsem na izkoreninjenje nasilja nad ženskami in diskriminacije do njih, se nam zdi bistveno vključiti v širši program trajnostnega razvoja tudi vprašanja o neenakosti med spoloma v matematiki.

V prispevku smo predstavili kratek (in nepopoln) zgodovinski pregled pomembnih ženskih matematičark, ki so prispevale k razvoju tega področja, kot so Theano,

Hipatija, Emmy Noether, Marie-Sophie Germain, Ada Lovelace in še marsikatera. Njihove zgodbe naj bodo v navdih in zgled prihodnjim generacijam matematikov, ne glede na spol.

#### 4 Viri in literatura

- Ceci, S. J. in Williams, W. M.: Understanding current causes of women's underrepresentation in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(8), 2011, str. 3157–3162.
- Cornwell, C., Mustard, D. B. in Van Parys, J.: Noncognitive skills and the gender disparities in test scores and teacher assessments: Evidence from primary school. *The Journal of Human Resources*, 48(1), 2013, str. 236–264.
- Cvencek, D., Meltzoff, A. N. in Greenwald, A. G.: Math–gender stereotypes in elementary school children. *Child development*, 82(3), 2011, str. 766–779.
- Di Liberto, A. in Casula, L.: *Teacher assessments versus standardized Tests: Is acting 'Girly' an advantage?* (splet). 2022. (prebrano 20. 8. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/161081/1/dp10458.pdf>.
- Dolinšek, S. in Hribar, T.: *Why should I choose a STEM PhD?*. PCST-12 Proceedings, 2012, str. 399–403.
- Doz, D.: Factors influencing teachers' grading standards in mathematics. *Oxford Review of Education*, 2023, str. 1–19.
- Eccles, J. S.: Bringing young women to math and science. V *Gender and thought: Psychological perspectives* (str. 36–58). New York, NY: Springer New York, 1989.
- Giofrè, D., Cornoldi, C., Martini, A. in Toffalini, E.: A population level analysis of the gender gap in mathematics: Results on over 13 million children using the INVALSI dataset. *Intelligence*, 81, 2020, št. 101467.
- Griffith, A. L.: Persistence of women and minorities in STEM field majors: Is it the school that matters?. *Economics of Education Review*, 29(6), 2010, str. 911–922.
- Hill, F., Mammarella, I. C., Devine, A., Caviola, S., Passolunghi, M. C. in Szűcs, D.: Maths anxiety in primary and secondary school students: Gender differences, developmental changes and anxiety specificity. *Learning and individual differences*, 48, 2016, str. 45–53.
- Jussim, L. in Harber, K. D.: Teacher expectations and self-fulfilling prophecies: Knowns and unknowns, resolved and unresolved controversies. *Personality and Social Psychology Review*, 9(2), 2005, str. 131–155.
- Louis, R. A. in Mistele, J. M.: The differences in scores and self-efficacy by student gender in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 2012, str. 1163–1190.
- Parker, K. in Funk, C.: Gender discrimination comes in many forms for today's working women. *Pew Research Center*, 2017, 14.
- Pavešič, B. J. in Cankar, G.: Linking mathematics TIMSS achievement with national examination scores and school marks: Unexpected gender differences in Slovenia. *Orbis scholae*, 12(2), 2019, str. 77–100.
- Priulla, A., D'Angelo, N. in Attanasio, M.: An analysis of Italian university students' performance through segmented regression models: gender differences in STEM courses. *Genus*, 77, 2021, str. 1–20.
- Rothman, P. Women in the history of mathematics. *Interdisciplinary Science Reviews*, 22(2), 1997, str. 101–113.

Smith, E.: Women into science and engineering? Gendered participation in higher education STEM subjects. *British Educational Research Journal*, 37(6), 2011, str. 993–1014.

UN: *Achieve gender equality and empower all women and girls* (splet). (citirano 20. 8. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/gender-equality/>.

UNESCO: *International Day of Women and Girls in Science* (splet). (citirano 28. 8. 2023). Dostopno na naslovu: <https://www.unesco.org/en/days/women-girls-science>.

#### **4. 1. Viri fotografij**

Slika 1: Benetke (10. 5. 2022). Zasebni arhiv Daniela Doza.

Slika 2: Instagram stran Državnega znanstvenega liceja F. Prešerna v Trstu: @licejpreseren (11. 2. 2023). Zasebni arhiv Daniela Doza.