Historicizam

Zdravko Kurnik, Zagreb

Uspješnost nastave matematike ovisi o mnogim činiteljima. Važne ideje za ostvarenje ovog cilja nastavnik matematike nalazi već u načelima nastave matematike. Jedno od presudnih je bez sumnje **načelo interesa:**

Nastava matematike mora biti takva da kod učenika budi interes prema predmetu.

To nije lako postići. Matematika se ubraja u teže nastavne predmete, zahtijeva neprekidan rad u koji je potrebno uložiti dosta vremena, truda i napora. Učenici nisu uvijek spremni tako raditi i svladavanje matematičkih sadržaja zadaje im dosta teškoća. Međutim, ako učenici pokazuju interes prema predmetu, ako matematiku uče sa zadovoljstvom, mnoge teškoće nestaju i nastava matematike i proces učenja odvijaju se mirnije i uspješnije. Vrijeme učenja brzo prolazi, matematički sadržaji lakše se usvajaju.

Budući da je interes najveći poticaj za učenje matematike i kao takav nezamjenjiv, nastavnik mora pronaći načine njegova pobuđivanja i njegovanja. Jedan od još dovoljno neiskorištenih načina su *historicizmi*.

> *Historicizam je proučavanje određenog pitanja pretežno s povijesne strane i isticanje i naglašavanje povijesnih činjenica među svim drugim činjenicama.*

Dakle, interes prema matematici može se poticati i posebnim sadržajima same matematike, ljepotom njezinih ideja, djelotvornošću njezinih metoda, njezinim dostignućima. Sve to možemo raditi koristeći mali matematički vremeplov. Učenici obično nemaju ni najosnovniju predodžbu o razvoju matematike, o njezinoj staroj i bogatoj povijesti. Oni možda misle da je matematika uvijek bila takva kakva je sada. Njih treba osposobiti da nauče vrednovati matematiku, cijeniti suvremene matematičke pojmove, ideje i metode. Oni će ih bolje shvatiti ako poznaju barem djelomično njihov razvoj.

Kao elementi historicizama mogu poslužiti: **znanstvena matematička otkrića, povijesni razvoj matematičkih ideja, anegdote iz života velikih matematičara, matematičke zanimljivosti** i dr.

Takvi sadržaji, primjereno odabrani i zanimljivo opisani, mogu biti vrlo korisni i poučni.

Mnogi veliki matematičari, uz sav svoj znanstveni rad, dali su značajne doprinose i školskoj matematici. Danas se rezultati njihovih istraživanja mogu naći na stranicama udžbenika matematike za osnovnu i srednje škole.

Veće doprinose školskoj matematici dali su: *Tales, Pitagora, Euklid, Diofant, Arhimed, Viète, Napier, Briggs, Descartes, Cavalieri, de Fermat, Pascal, Newton, Leibniz, Euler, Gauss, Horner, Dirichlet.*

Radi potpunosti navodimo i one matematičare čiji su doprinosi školskoj matematici nešto manji i koji se u njoj spominju ovim redom: *van Ceulen, Heron, Cardano, Tartaglia, Stirling, Lobačevski, Guldin, Getaldić, Hamilton, Apolonije, Papus, Bošković, Goldbach, Jacob Bernoulli, Dedekind, Cantor, Weierstrass, de Moivre, Venn, de Morgan, d'Alembert, Bayes, Fibonacci, Cauchy.*

A) Veliki matematičari

Pogledajmo najprije nekoliko historicizama koji se odnose na velike matematičare i njihove doprinose školskoj matematici.

Među prvima koji se spominju pri obradi školske matematike su matematičari koji su živjeli i radili u staroj Grčkoj. Grčki matematičari su često putovali u druge zemlje, upoznavali matematička dostignuća drugih kultura i na kraju skupili veliko znanje. Njihova je zasluga što su razvili djelotvorne istraživačke metode, pa su oni primjenom tih metoda matematiku razvili kao znanost.

Što o njihovom radu saznaju učenici? Malo. Pretežno su to pojedinačne i šture činjenice, a u nekim udžbenicima manjka čak i to. Uzmimo kao primjer prvog od njih, Talesa. Učenici uče dva poučka koji nose njegovo ime. To su *Talesov poučak o obodnom kutu nad promjerom kružnice* i *Talesov poučak o proporcionalnosti u pramenu pravaca*. Evo tih izreka:

Obodni kut nad promjerom kružnice je pravi kut.

Ako se dva ukrštena pravca ravnine presijeku s dva paralelna pravca, onda su odgovarajući odresci na tim pravcima proporcionalni.

Bilo bi poželjno da učenici pri usvajanju ovih poučaka čuju malo više i tko je Tales i koje su njegove zasluge. U tu svrhu mogao bi poslužiti ovaj **historicizam:**

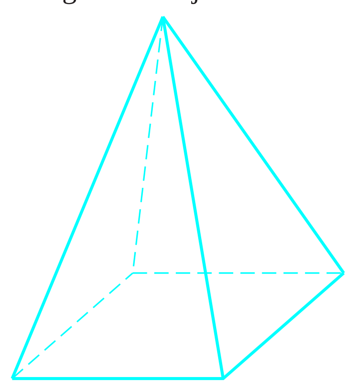
TALES

(Milet, Mala Azija, oko 625. – oko 548. p.K.). Starogrčki matematičar, fizičar, astronom i filozof. "Otac" grčke matematike i prvi grčki astronom. Bavio se trgovinom. U mladosti je bio u Babilonu i Egiptu, gdje je izučavao različite znanosti. Odatle je vjerojatno u Grčku prenio njihova znanja iz geometrije. Po povratku osnovao je u Miletu filozofsku školu *(Miletska škola)*. Svojim predviđanjem pomrčine Sunca 28. 5. 585. g. p. K. stekao slavu jednog od "sedam mudraca" *(Solon, Tales, Hilon, Pitak, Bijant, Kleobul, Perijander)*. Izračunao je visinu Velike egipatske piramide pomoću njezine sjene. Bio je prvi matematičar koji je dokazivao matematičke tvrdnje, iako njegov dokaz još nije logički strog.

Osim navedena dva poučka Talesu se pripisuju i mnoge druge geometrijske tvrdnje. Evo još nekih od njih: *jednakost vršnih kutova, jednakost kutova uz osnovicu jednakokračnog trokuta, treći poučak o sukladnosti trokuta (K-S-K), promjer raspolavlja krug.*

Njegovo ime nosi i jedan krater na vidljivoj strani Mjeseca.

Problem. Pri proučavanju piramide u osmom razredu učenicima bi se moglo postaviti pitanje što misle kako i u koje vrijeme dana je Tales izračunao visinu piramide pomoću sjene. Budući da je osnovka piramide kvadrat, učenici bi sigurno imali neke ideje. Problem bi pobudio interes. Nastava bi postala mnogo "životnija".



* * *

U drugom razredu srednjih škola obrađuju se jednakosti

$$x_1 + x_2 = -\frac{b}{a}, \quad x_1 x_2 = \frac{c}{a}$$

koje povezuju rješenja x_1, x_2 kvadratne jednadžbe $ax^2+bx+c=0$ i njezine koeficijente a, b, c, te analogne jednakosti

$$x_1 + x_2 + x_3 = -\frac{b}{a},$$

$$x_1x_2 + x_1x_3 + x_2x_3 = \frac{c}{a}, \quad x_1x_2x_3 = -\frac{d}{a}$$

za kubnu jednadžbu $ax^3+bx^2+cx+d=0$. U četvrtom razredu ove jednakosti se generaliziraju. U sva tri slučaju jednakosti se nazivaju Vièteove formule. A o Vièteu znaju samo da je francuski matematičar. Budući da je iduće godine 400-ta godišnjica njegove smrti, bilo bi dobro i za učenike poučno da saznaju nešto više činjenica o njegovom životu i djelu. **Historicizam:**

FRANÇOIS VIÈTE

(1540., Fontenay-le-Comte – 13. prosinca 1603., Paris). Francuski matematičar. "Otac" algebre. Po profesiji bio je pravnik. Privukla ga je astronomija, pa je zbog nje morao proučavati trigonometriju i algebru.

U njegovim radovima algebra postaje općom znanosti o algebarskim jednadžbama. Prvi je 1591. godine uveo slova za oznake ne samo nepoznanica, već i danih veličina, koeficijenata. Do tada su se razmatrale samo konkretne jednadžbe. Time je omogućio po prvi puta prikaz svojstava algebarskih jednadžbi i njihovih rješenja pomoću općih formula. Razradio je jednolik pristup rješavanju jednadžbi drugog, trećeg i četvrtog stupnja. Uveo je novu metodu rješavanja kubne jednadžbe, te dao trigonometrijsko rješenje te jednadžbe u nesvodljivom slučaju. Našao je jednakosti koje izražavaju vezu rješenja i koeficijenata jednadžbe, danas poznate kao *Vièteove formule*. Za približno rješavanje jednadžbi opisao je metodu koja je slična poznatoj *Newtonovoj metodi*. Slabost njegove algebre je to što nije priznavao iracionalne, negativne i kompleksne brojeve. I njegova simbolika nije sasvim podesna.

U trigonometriji njegov doprinos su potpuno rješenje zadaće o određenosti ravninskog ili sfernog trokuta ako su zadana tri elementa i prikazi veličina $\sin nx$ i $\cos nx$ pomoću $\sin x$ i $\cos x$. Njegovo djelo "Matematički kanon" iz 1579. godine sadrži tablice sinusa, kosinusa, tangensa, kotangensa, sekansa i kosekansa.

On je prvi promatrao beskonačni produkt i upisivanjem u kružnicu pravilnih poligona sa 4, 8, 16, ... stranica našao da je

$$\frac{2}{\pi}=\sqrt{\frac{1}{2}}\cdot\sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\sqrt{\frac{1}{2}}\right)}\cdot\sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\sqrt{\frac{1}{2}}\right)}\cdots$$

ili u današnjim oznakama

$$\frac{2}{\pi} = \cos\frac{\pi}{4}\cdot\cos\frac{\pi}{8}\cdot\cos\frac{\pi}{16}\cdot\ldots.$$

Viète je pomoću ravnala i šestara riješio Apolonijev problem o konstrukciji kružnice koja dodiruje tri dane kružnice, što mu je donijelo naziv *Galski Apolonije*.

Družio se i dopisivao s našim matematičarem M. Getaldićem.

Njegovo ime nosi i jedan krater na vidljivoj strani Mjeseca.

* * *

Listajući stare i nove udžbenike ponekad za pravokutni koordinatni sustav možemo naći naziv *Kartezijev koordinatni sustav*. Najčešće bez objašnjenja odakle potječe taj naziv. Tko je taj *Kartezije?* Budući da se radi o Descartesu, jednom od osnivača analitičke geometrije, udžbenici bi trebali sadržavati više činjenica o njegovom životu i radu. **Historicizam:**

RENÉ DESCARTES

(31. ožujka 1596., La Haye – 11. veljače 1650., Stockholm). Francuski matematičar, fizičar i filozof. Njegovo znanstveno djelo obuhvaća mnoge znanosti: filozofiju, matematiku, fiziku, psihologiju, fiziologiju, medicinu, meteorologiju i dr.

U filozofiji on je osnivač racionalizma i smatraju ga ocem moderne filozofije. U matematici uveo je pojam *promjenljive veličine*, čime je počeo *period matematike promjenljivih veličina*. Otkrio je analitičku geometriju ("Geometrija", 1637.). Danas se koordinatni sustav po njegovu latiniziranom imenu *Kartezije* (*Cartesius*) naziva *Kartezijev koordinatni sustav*. Uveo je *algebarsku metodu* u geometriji i *metodu neodređenih koeficijenata*. Razvio je pojam *potencije* i uveo današnje označavanje eksponenta. Dao je potpuno objašnjenje *negativnih brojeva* i zasnovao operacije s njima. On ima predodžbu o realnom broju koja je bliska današnjoj. Već 1628. godine jasno razlikuje pozitivna i negativna rješenja, a govori i o imaginarnim rješenjima algebarskih jednadžbi. Od njega potječu nazivi *realan* i *imaginaran*.

Njegovo ime nosi i jedan krater na vidljivoj strani Mjeseca.

B) Velika otkrića

Povijest velikih matematičkih otkrića također je vrlo poučna. Ona nam najbolje odražava duh vremena u kojem je neko otkriće nastalo, upoznaje nas s načinom rada velikih matematičara toga vremena i načinom njihovog mišljenja, što može poticajno djelovati na svakog tko se upoznaje s tim idejama. Razmotrit ćemo ukratko nekoliko značajnih trenutaka iz te povijesti koji su bliski školskoj matematici. Njih opisuju **historicizmi:** *aksiomatska izgradnja geometrije, otkriće analitičke geometrije, utemeljenje diferencijalnog i integralnog računa i otkriće neeuklidske geometrije.*

EUKLIDSKA GEOMETRIJA

Kao što je ranije rečeno, starogrčki matematičari su do III. stoljeća p. K. skupili veliko znanje. Zato je bio sasvim prirodan pokušaj da se dotadašnja matematika sistematizira i da se ona cijela ili neke njezine teorije zasnuju na određenom broju jednostavnih istina, polaznih tvrdnji, koje se pretpostavljaju kao točne i bez dokaza.

Zamisao je ostvario *Euklid* (oko 330. – oko 275.) oko 300. godine p.K. u svom glasovitom djelu "Elementi" u 13 knjiga. Na početku Euklid daje pregled polaznih tvrdnji geometrije, podijeljenih u dvije skupine. Polazne tvrdnje prve skupine karakteriziraju opća svojstva veličina i nazivaju se *aksiomi*. Ima ih 9. Takva je na primjer tvrdnja:

Cjelina je veća od dijela.

Polazne tvrdnje druge skupine imaju čisto geometrijski karakter i nazivaju se *postulati*. Ima ih 5. Posebno je važan V. postulat koji se u našim udžbenicima iskazuje u sljedećem ekvivalentnom i jednostavnijem obliku:

Točkom izvan pravca može se povući točno jedan pravac paralelan s tim pravcem.

Sada se na temelju aksioma i postulata putem logičkih zaključivanja izgrađuje cijela geometrija ravnine.

Navedeno djelo je, i pored stanovitih nedostataka, sjajno dostignuće antike. Više od 2000 godina ono je služilo kao uzor sustavnog izlaganja elementarne geometrije i sve do XIX. stoljeća bilo osnovni udžbenik iz kojega se ona učila. Danas je uobičajeno da se geometrija koja se predaje u školama naziva *euklidska geometrija*.

ANALITIČKA GEOMETRIJA

Ideja koordinatne metode nije dostignuće novoga vremena. Primjenjivali su je već stari Egipćani i starogrčki astronomi *(Hiparh, Ptolemej)*, ali su pomanjkanje prikladne simbolike i općeg pojma broja kočili njezin razvoj. Analitičku geometriju otkrili su neovisno jedan od drugoga francuski matematičari *René Descartes* (1596. – 1650.) i *Pierre de Fermat* (1601. – 1665.).

Descartes je analitičku metodu objelodanio 1637. godine u "Geometriji", dijelu svoje "Rasprave o metodi". On ispituje ovisnost dviju dužina ili točaka, već prema karakteru promatranog neodređenog problema. Pri izvođenju prve analitičke formule koristi Vìeteovu algebarsku analizu i rabi koordinatni sustav koji nije koordinatni sustav u današnjem smislu i nema nazive njegovih dijelova. Ima ishodište, jednu os, drugu os uspostavlja prema nužnosti, a vladanje krivulje proučava samo u I. kvadrantu.

Fermat je analitičku metodu opisao u nevelikom djelu "Uvod u teoriju ravninskih i prostornih mjesta", koje je napisao oko 1636. godine, ali je djelo objavljeno tek 1679. godine. Za razliku od Descartesa on promatra neodređene jednadžbe, na primjer jednadžbu s dvije nepoznanice. Postoji beskonačno mnogo parova brojeva koji zadovoljavaju takvu jednadžbu. Parovi se mogu predočiti u koordinatnom sustavu pomoću neke krivulje. Kod Fermata koordinatni sustav nalazimo prvi puta kao sredstvo predočavanja krivulja. Izbjegava negativne brojeve, a to znači da i on sve svodi na I. kvadrant. U "Uvodu" nalazimo jednadžbe oblika $y = kx$, $xy = m^2$, $x^2 + y^2 = a^2$, $x^2 \pm a^2y^2 = b^2$. Fermatove jednadžbe nisu ovako suvremene, već su pisane u duhu nepodesne Vièteove simbolike. Fermatova prednost je u činjenici da je on analitičku metodu prenio u prostor i napravio niz primjena.

Prema opisanim povijesnim činjenicama opravdano bi bilo koordinatni sustav zvati *Descartesov koordinatni sustav* ili *Fermatov koordinatni sustav*.

DIFERENCIJALNI I INTEGRALNI RAČUN

Uvođenje analitičke metode dalo je snažan poticaj razvoju metode grafičkog predočavanja, razvoju pojma funkcije te je poslužilo kao osnova za izgradnju diferencijalnog i integralnog računa. Račun su utemeljili neovisno jedan od drugoga *Isaac Newton* (1643. – 1727.) i *Gottfried Wilhelm Leibniz* (1646. – 1716.), ali na različitim idejama. Njihovim radovima prethodili su radovi drugih matematičara (*Cavalieri, Roberval, Fermat, Wallis, Barrow*). Infinitezimalne metode matematičari su primjenjivali još u antici (*Eudokso, Arhimed, metoda ekshaustije*).

Newton je promatrao matematiku samo kao način za fizikalna istraživanja. Takva veza jasno je došla do izražaja u njegovoj *metodi fluksija*. Osnovne ideje te metode temeljene na fizikalnim razmatranjima (*problem brzine*) za potrebe mehanike razradio je između 1665. i 1666. godine. Derivaciju je nazvao *fluksija*, a uvodi i termin *limes*. Otkrio je obratni karakter operacija diferenciranja i integriranja, dao je i niz otkrića u teoriji beskonačnih redova, a razradio je i posebnu metodu istraživanja funkcija primjenom beskonačnih redova.

Leibniz do otkrića dolazi preko geometrijskih razmatranja (*problem tangente*) između 1673. i 1676. godine. Njegov je pristup apstraktan. Uveo je pojam karakterističnog trokuta i derivaciju definirao pomoću novog pojma *diferencijala*. Formulirao je niz pravila, pored ostalog i pravila za diferenciranje produkta i potencije. Osim diferencijala uveo je i mnoge druge matematičke termine (*funkcija, varijabla, konstanta, diferencijalni račun, diferencijalna jednadžba, algoritam, apscisa, ordinata, koordinata*) i oznake.

Newton je očito prvi utemeljio infinitezimalni račun, ali je Leibnizova zasluga u tome što su njegov pristup i simbolika suvremeniji. Rezultate svojih otkrića oba osnivača objelodanili su nekoliko godina kasnije.

NEEUKLIDSKA GEOMETRIJA

Sve do XIX. stoljeća nitko nije sumnjao u to da su svi Euklidovi postulati apsolutne i postojane istine i da je euklidska geometrija jedini geometrijski sustav. Jedino se stvorilo mišljenje da je V. postulat, Euklidov aksiom o paralelama, zbog svoje složenosti ovisan o ostalim postulatima, te da se prema tome pomoću njih može dokazati. Mnogi matematičari su to i pokušali.

Ruski matematičar *N. I. Lobačevski* (1792. – 1856.) napravio je prekretnicu u razvoju geometrije. Na početku i sam pokušava dokazati V. postulat, ali uskoro uviđa da je to uzaludan posao i donosi sudbonosne zaključke:

V. postulat je nedokaziv. Teorija paralela mora biti općenitija i dublja.

Pitanje paralelnih pravaca Lobačevski je razriješio na taj način da je Euklidov V. postulat zamijenio novim aksiomom o paralelnim pravcima koji glasi:

Točkom izvan pravca u ravnini prolaze dva pravca koji su paralelni s tim pravcem.

Ravnina naravno više nije euklidska. Ravnina u kojoj se ostvaruje zahtjev Lobačevskog naziva se *ravnina Lobačevskog* ili *hiperbolička ravnina.* Na temelju gornjeg aksioma Lobačevski izgrađuje novi geometrijski sustav koji je on nazvao *imaginarna geometrija.* Gauss je toj geometriji dao naziv *neeuklidska geometrija.* Danas se ona naziva još *geometrija Lobačevskog* i *hiperbolička geometrija.* Danom rođenja novog geometrijsko sustava smatra se 23. veljače 1826. godine kada je na zasjedanju Fizičko-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Kazanju Lobačevski izložio svoj rad "Kratko izlaganje osnova geometrije sa strogim dokazom teorema o paralelnim pravcima".

Na pomisao o postojanju neeuklidske geometrije došla su još dva matematičara: *C. F. Gauss* (1777. – 1855.) i mađarski matematičar *J. Bolyai* (1802. – 1860.). Gauss je osnovne ideje neeuklidske geometrije imao razrađene već 1824. godine, ali se zarekao da za života neće dopustiti njihovo objavljivanje. Bolyai je do svojih rezultata došao 1825. godine, ali ih je objavio tek 1831. godine.

C) Pojmovi i simboli

Nastava matematike upoznaje učenike s mnogim činjenicama iz terminologije i simbolike. To se znanje u svakom višem razredu sve više proširuje i obogaćuje. Iz ovog područja mogu se izvući mnoge zanimljive činjenice. U ovom odjeljku dat ćemo mali pregled pojmova i simbola s naglaskom na imenima matematičara koji su ih **prvi** uveli. Evo tog pregleda:

Apolonije: *asimptota, apscisa, ordinata, aplikata, hiperbola, parabola.*

Descartes: a^2 (piše i aa), a^3, a^4 itd. (1628), x, y, z (1637), *realan, imaginaran.*

Wallis: ∞ (1655).

Leibniz: : (znak za dijeljenje, 1684), $\cdot$ (znak za množenje, 1698), d (diferencijal), $\int$ (integral, 1686).

Jones: π (1706).

Euler: e (baza prirodnih logaritama, 1736), i (imaginarna jedinica, 1777), Δ (razlika, prirast), $\sum$ (suma), sin, cos, tg, ctg (trigonometrijske funkcije), $f(x)$ (funkcija).

Cauchy: *konjugirano kompleksni brojevi* (1821), $\vec{r}$ (1853).

D) Izreke

Za učenike mogu biti poučne i izreke o matematici i matematičarima. Citirane u nastavi u pogodnom trenutku one će pozitivno utjecati na razvijanje pravilnog stava učenika o vrijednosti i važnosti matematike. Postoje mnoge takve izreke. Izrekli su ih veliki matematičari, ali i velikani iz drugih područja ljudske djelatnosti. Evo nekoliko takvih izreka:

Brojevi vladaju svemirom.

(Pitagora)

* * *

Bog uvijek geometrizira.

(Platon)

* * *

Matematika je kraljica znanosti i aritmetika je kraljica matematike.

(Gauss)

* * *

Nema nikakve sigurnosti tamo gdje se ne može primijeniti neka od matematičkih znanosti ili nešto što je u vezi s tim matematičkim znanostima.

(Leonardo da Vinci)

* * *

Zanemarivanje matematike šteti svakom znanju.

(Bacon)

* * *

Bilo je mnogo više mašte u Arhimedovoj glavi negoli u Homerovoj.

(Voltaire)

* * *

Sva djelovanja prirode samo su matematičke posljedice malog broja ustaljenih zakona.

(Laplace)

* * *

Napretkom i usavršavanjem matematike uvjetovano je blagostanje države.

(Napoleon)

* * *

Nadahnuće je potrebno poeziji kao i geometriji.

(Puškin)

* * *

Ne bi li se glazba mogla opisati kao matematika osjećaja, a matematika kao glazba razuma? – njihov je duh isti!

(Sylvester)

* * *

Matematičar koji nije pomalo i pjesnik neće nikada biti pravi matematičar.

(Weierstrass)

* * *

Cijele brojeve stvorio je dragi Bog, a sve ostalo djelo je čovjeka.

(Kronecker)

* * *

Postoji i drugi razlog za veliki ugled matematike: on je u tome da matematika pruža egzaktnim prirodnim znanostima stanovitu mjeru sigurnosti koja se bez matematike ne bi mogla postići.

(Einstein)

* * *

Matematika, kad je čovjek dobro shvati, sadrži ne samo istinu već i najvišu ljepotu.

(Russel)

E) Anegdote

Kao što je slučaj sa svim velikanima čovječanstva, i o velikim matematičarima pričaju se anegdote. I one imaju svoju poučnu stranu. Zbog pomanjkanja prostora o tome drugom prilikom.

* * *

O mnogim gore navedenim matematičarima i zanimljivostima vezanim za našu temu pisano je u našim matematičkim časopisima *Matematičko-fizički list*, *Matka*, *Matematika i škola* i *Poučak*. Čitatelji mogu u njima naći obilje novih činjenica koje su pogodne za proširenje znanja učenika o matematici, gledajući s povijesne strane.

Literatura

[1] N. M. Beskin, *O nekim osnovnim principima predavanja matematike*, Matematika 2 (1985), 5–10.

[2] A. I. Borodin – A. S. Bugaj, *Vydajuščiesja matematiki*, Radjans'ka škola, Kiev 1987.

[3] Z. Dadić, *Povijest ideja i metoda u matematici i fizici*, Školska knjiga, Zagreb 1992.

[4] I. Gusić, *Tales*, Matka 9 (1994), 21–23.

[5] I. Gusić, *Matematički rječnik*, Element, Zagreb 1995.

[6] S. Kukovačec, *Veliki matematičari i školska matematika*, diplomski rad, Zagreb 2002.

[7] Z. Kurnik, *René Descartes*, Matematika i škola 6 (2000), 26–29.

[8] Z. Kurnik, *175 godina od otkrića neeuklidske geometrije*, Matematika i škola 8 (2001), 129–132.

[9] Z. Kurnik, *Pierre de Fermat* (1601. – 1665.), Poučak 8 (2001), 68–80.