

Seminarski rad iz matematike u srednjoj školi

Melita Chiole, Cres

Tijekom srednjoškolskog obrazovanja svaki bi učenik, a posebno gimnazijalac, trebao ovladati vještinom pismenog i usmenog prezentiranja neke teme iz područja matematike. Bila bi to priprema za pisanje pismenih radova, tijekom studiranja i možda nekih budućih znanstvenih radova ali i korisna priprema za izradu projekata koji su, kao što znamo, sve više prisutni na svim stupnjevima školovanja.

Dakle, za nastavak školovanja i rad u suvremenom društvu važno je znati pripremiti tekst prema opće prihvaćenim standardima, ali isto tako važno je i znati ga uspješno usmeno prezentirati. Vještina pismene obrade teme i njezinog usmenog prezentiranja pomoći će učenicima da steknu samopouzdanje, a to je u njihovoj životnoj dobi također vrlo značajan faktor. Isto tako, istraživanje neke matematičke teme, proširivanje i produbljivanje znanja iz određenog područja, povećat će učenikov interes za matematiku, a možda ga i usmjeriti u odabiru budućeg zvanja. Pritom je jako važno da nastavnik svakom učeniku posveti dovoljno vremena, pažljivo ukaže na greške, ohrabruje učenika i primjereno nagradi njegov trud.

Nastavnica sam matematike u srednjoj školi i uključujem moje učenike u različite oblike samostalnog rada. U ovom članku želim izložiti neka moja iskustva, razmišljanja i prijedloge o obradi matematičkih tema od strane učenika.

Cilj i zadatak pisanja je naučiti učenike kako naći literaturu, kako sadržajno obraditi temu i kako je formalno uobličiti.

Matematičke teme u srednjoj školi mogu se obraditi u obliku referata, seminarskog rada i maturalnog rada.

Ako se radi o četverogodišnjem programu, predlažem u prvom razredu obradu i prezentiranje pojedinih primjera iz udžbenika samo u usmenoj formi. Važno je da učenik izlaže gradivo svojim riječima no pri tom se može služiti konceptom. Dobro je da nastavnik najprije sam s učenikom "uvježba" nastup kako bi se izbjegla negativna reakcija u razredu u slučaju da učenik griješi. To bi moglo trajno negativno djelovati na učenika i biti kontraproduktivno. Moramo voditi računa da se učenici u prvom razredu još međusobno ne poznaju i moramo pomoći svakom učeniku da se pred vršnjacima pokaže uspješnim.

U drugom se razredu učenicima mogu ponuditi kraće teme za obradu u obliku referata i to u pismenoj i usmenoj formi. Ponovno moramo detaljno uputiti učenike u pisanje referata i pomoći im kod izlaganja koje ni u ovom slučaju ne smije biti čitanje napisanog, već izlaganje uz koncept. Prikladne teme za referate u drugom razredu su dijelovi nastavnih cjelina, složeniji zadaci, primjena matematičkih sadržaja na nekom primjeru iz prakse i sl.

U trećem razredu predlažem seminarski rad, a u četvrtom, tko želi, pisat će maturalni rad iz matematike.

Želim detaljnije pisati upravo o seminarskom radu u srednjoj školi.

1. Priprema za pisanje rada

Seminarski rad u srednjoj školi treba pisati prema načelima za pisanje seminarskog rada na dodiplomskom studiju (odn. stručnog članka), ali naravno prilagođenog srednjoj školi.

Vrijeme kada treba započeti rad na seminaru je početak drugog polugodišta trećeg razreda. Učenicima treba objasniti što je cilj seminarskog rada, pokazati im primjerke nekih uspješnijih radova, općenito porazgovarati o temama, rokovima, utvrditi kako će se organizirati pisanje i sl. Pritom možemo odabrati jedan od načina:

- svaki učenik odabire jednu temu;
- dva učenika odabiru jednu temu;
- grupa učenika odabire jednu temu.

Ako svaki učenik obrađuje jednu temu, ponuđene teme su “uže” i više specijalizirane. Rad neka bude manjeg obima (do 12 stranica). Prednost je u tome što je moguće ocijeniti rad svakog pojedinca. Nedostatak je što oduzima dosta vremena i pogodan je za razredne odjele s manjim brojem učenika.

U slučaju da dva učenika obrađuju jednu temu važno je da je odabir para takav da je rad ravnomjerno raspoređen. Dobro je da se učenici sami organiziraju u parove prema zajedničkim interesima za temu.

Ako grupa učenika radi na jednoj temi, ponuđene teme moraju biti opširnije, rad obimniji i svi članovi grupe moraju podjednako sudjelovati u radu.

Pri odabiru tema također su moguća različita rješenja:

- nastavnik predlaže teme;
 - ponuđenih tema je 10% više od broja učenika i učenici biraju temu po svojoj želji;
 - nastavnik dodjeljuje teme;
 - učenici biraju teme slučajnim odabirom;
- učenici sami predlažu teme.

Matematika nam daje mogućnost velikog odabira tema. Teme mogu biti vezane za nastavni program pa će se dijelovi gradiva sistematizirati i produbiti i obogatiti zanimljivim zadacima, no prilika je to upoznati se s matematičkim temama koje ne obrađujemo u redovitom programu. Zanimljivo je vidjeti što je danas predmet proučavanja matematičara, a isto tako bit će zanimljivo nešto više saznati o povijesnom razvoju matematike ili pak upoznati život i djelo nekog od matematičara. Učenik koji dobro vlada matematičkim znanjima dobit će priliku produbiti svoje znanje, a učenik koga više zanima, npr. povijest, moći će prikazati u povijesnom kontekstu neko matematičko otkriće, život i djelo nekog matematičara i sl. Znamo da nema područja ljudske djelatnosti koje se ne može povezati s matematikom i izrada seminarskog rada prava je prilika za to.

Nakon odabira teme učenici pristupaju sljedećim etapama:

- a) traženje literature,
 - b) prve konzultacije,
 - c) druge konzultacije,
 - d) predaja radne verzije rada,
 - e) predaja konačne verzije rada,
 - f) prezentiranje radova.
- a) Učenike treba uputiti gdje i kako će tražiti literaturu. Važno je naglasiti da osim udžbenika učenici za pisanje seminarskog rada koriste i drugu literaturu, te članke, časopise, Internet. Isto tako učenike treba uputiti gdje će tražiti literaturu (školska knjižnica, gradska knjižnica, sveučilišna knjižnica, Internet...). Učenik u ovoj fazi može promijeniti temu.
 - b) Nastavnik za svakog učenika vodi bilješke u kojima navodi datum konzultacija, primjedbe, sugestije i sl.
 - c) Osim sadržajne obrade ovo je prilika i da se dogovori forma rada.
 - d) Radna verzija treba sadržavati sve elemente rada, a može biti na papiru ili disketu.

- e) Konačna verzija mora sadržavati sve dijelove rada, učenik mora rad ispisati pišačem i uvezati u plastične korice, a uz to predaje i disketu, odnosno CD, modele, plakat i sl.
- f) Svaki učenik mora prezentirati svoj rad. Ako je rad pripremalo više učenika zajedno, svatko prezentira dio rada. Treba učenike poučiti da pritom govore razgovjetno, primjerenim tonom i jasnim rečenicama. Za izlaganje se trebaju posebno pripremiti. Prilikom izlaganja koristit će natuknice, plakat ili vizualnu prezentaciju (*Power Point*). Izlaganje po temi ne smije prelaziti 10 minuta. Dobro je uvijekzati izlaganje prema pravilu:
kratak uvod – 10% vremena,
glavnina izlaganja – 80% vremena,
zaključak – 10% vremena.

Ako prilikom izlaganja koristimao plakat, treba voditi računa da on mora biti privlačan i razumljiv. Slova moraju biti dovoljno velika da se mogu pročitati s određene udaljenosti (10 – 15 m), a svaka ilustracija mora imati naslov i mora biti visoka barem 20 cm.

Klasičan problem u nastavi matematike je nedostatak vremena i stoga samo dobro pripremljeni sati izlaganja seminarskih radova mogu biti korisni za učenike, a ne gubitak dragocjenog sata. Kratko, jasno i precizno može se reći samo ono što je potpuno jasno i razumljivo onome koji izlaže, pa učenik doista mora ovladati temom. Potreban broj sati nastavnika treba planirati već kod izrade operativnog programa. Rad treba ocijeniti. Predlažem dvjema ocjenama – za prezentaciju i za pismeni rad uz obveznu napomenu s nazivom teme koju je učenik obradio.

Učenički radovi mogu se dalje višestruko iskoristiti. Sam učenik može u četvrtom razredu rad doraditi i pretvoriti u maturalni rad, radovi se mogu povezati u mapu i koristiti kao dodatna literatura u nastavi, učenici svoje radove mogu prezentirati na web-stranici škole, izraditi prikladne plakate i modele, pripremiti izložbu. . .

Pokazalo se da učenici rado prihvaćaju takav rad, ali vole i pokazati drugima što su napravili. Natječaj za najbolji maturalni rad iz matematike ili nešto slično bilo bi sigurno vrlo korisno.

2. Redoslijed i forma pisanja rada

Učenike treba uputiti u redoslijed i formu pisanja rada. Upute moraju biti jasne i razumljive.

Redoslijed pisanja

- a) pisanje natuknica;
- b) izrada koncepta rada;
- c) navođenje citirane literature;
- d) pisanje uvoda i zaključka;
- e) prva verzija rada;
- f) prilozi;
- g) konačna verzija rada;
- h) koncept za prezentaciju.

Rad mora biti napisan gramatički i pravopisno točno, ali osobito treba voditi brigu o matematičkom jeziku i matematičkim simbolima.

Dijelovi seminarskog rada

1. Naslov
 2. Predgovor
 3. Uvod
 4. Izlaganje tematike
 5. Zaključak
 6. Popis literature
 7. Prilozi
 8. Sadržaj
1. Naslov mora biti kratak, jasan, privlačan i informativan te može imati i podnaslov.
 2. U predgovoru se iznose razlozi odabira određene teme, značenje rada i sl.
 3. Uvod mora učenik napisati sam svojim riječima (ne smije biti prepisan ni iz kakve literature), a služi za upoznavanje sa sadržajem teme.

4. Tema se može podijeliti u podcjeline koje moraju biti logički povezane. Prilikom pisanja korisno je voditi bilješke o korištenoj literaturi.
5. Zaključak sadrži najvažnija rješenja i on je kratka sinteza čitavog rada. Učenik ga mora napisati vlastitim riječima.
6. U popisu literature po abecedi prezimena autora nabrajamo knjige, potom članke, nepotpisane napise te ostale izvore.
7. Prilozi su: popis simbola, geometrijske konstrukcije, grafikoni i dr.
8. Sadržaj je prikladno priložiti iza predgovora, ali prije uvoda, jer je on numeričko-tekstualni pregled cijelog rada pomoću kojeg se lako pronalaze stranice na kojima su ti dijelovi napisani. Naslovi i podnaslovi u sadržaju i tekstu moraju biti jednako numerirani i pisani istim tipom slova.

Važno je da učenici već u ovoj fazi nauče pravilno koristiti stručnu literaturu i ostale izvore znanja “ne prisvajajući” tuđi rad.

Citiranje je navođenje tuđih dijelova teksta *od riječi do riječi*. Preuzeti tekst se stavlja među znakove navođenja, a podaci o djelu se navode u fusnoti.

Fusnote (pozivne bilješke) pišu se ispod teksta sitnim slovima na dnu stranice, odvojene crtom od glavnog teksta i označene su arapskim brojkama. Koristimo ih kod preuzimanja podataka, objašnjenja, nabiranja, zaključaka drugih autora. Uz pojam se napiše arapski broj koji se zatim ponovi na podnožju dotične stranice ispod crte koja se stavlja ispod teksta, a iza njega navode se svi bitni elementi bibliografske jedinice. Elementi fusnote su: prezime i inicijali imena autora (do tri autora pišu se svi, ako ih je više samo jedan autor), naslov djela, izdanje, izdavač, mjesto izdanja, godina i stranica, a ako se koristi spoznaja preuzeta putem Interneta, uz autora (ako je poznat), naslov rada i http adresu treba navesti još i nadnevak “posjeta”. Fusnota označava, osim korištenog bibliografskog izvora, i bilješku ispod teksta koja obično sitnim slovima objašnjava nešto u vezi s tretiranom materijom.

Prilikom oblikovanja teksta koristit će se europski sustav po kojem se prvi redak odjeljka uvlači udesno, od pet do deset slovnih mjesta i između odjeljaka nema praznog retka. Svaku stranicu osim naslovne treba numerirati. U praksi se često stranice predgovora i sadržaja numeriraju rimskim brojevima, a daljnje stranice od uvoda do zaključka, uključujući popise ilustracija, priloge i dr. numeriraju se arapskim brojevima s time što desna stranica s uvodom počinje brojem jedan. Tekst treba pisati u trećem licu jednine.

Tekst mora biti otipkan osobnim računalom. Piše se uvijek samo na jednoj stranici papira. Na lijevom rubu stranice ostavlja se prostor ili margina 3–4 cm radi spajanja rukopisa. Gornji i donji rub treba imati prazan prostor oko 3 cm, dok desni rub može biti i uži (2,5 cm). Na stranicama na kojima počinje novo poglavlje gornji rub ima prazan prostor do 8 cm. Prostor između naslova i podnaslova i teksta treba iznositi barem tri razmaka.

Koristi se papir standardnog formata A4 (210 × 297 mm), a piše se oko 30 redaka po stranici, proreda 1,5 i slovima *Times New Roman*, veličine 12 pt.

Dijelovi seminarskog rada

- 1) Korice ili omotna ili vanjska stranica (primjer 1);
- 2) Podkorica ili unutarnja stranica (primjer 2);
- 3) Sadržaj (primjer 3);
- 4) Uvod;
- 5) Izlaganje tematike (primjer 4);
- 6) Zaključak;
- 7) Popis literature (primjer 5);
- 8) Prilog (ako postoji) (primjer 6).

Popis korištene literature pišemo tako da korištenu literaturu svrstavamo u skupine:

1. knjige;
2. članci;
3. ostali izvori.

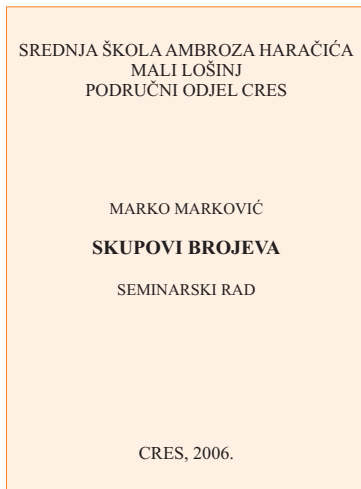
Knjige se svrstavaju kronološki po abecedi prezimena autora i to po pravilu: prezime autora, zarez, inicijali imena s točkom (ili ime),

dvije točke (do tri autora se pišu svi autori, a ako ih je više od tri piše se samo prvi autor i dr.), naslov knjige, zarez, izdanje knjige, zarez, izdavač i mjesto izdanja, zarez, godina izdanja.

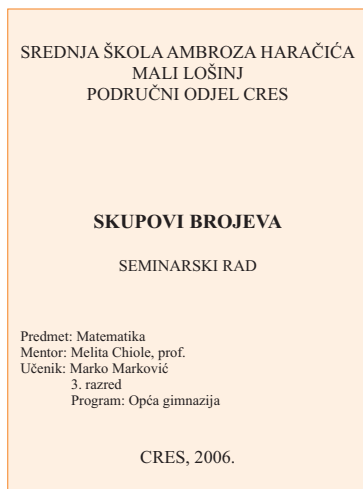
Članci se svrstavaju kronološki po abecedi autora ovako: prezime autora, zarez, inicijali imena s točkom (ili ime), dvije točke, naslov članka, naziv časopisa, zarez, izdavač, mjesto izdavača, zarez, godište, godina izdanja.

3. Primjer seminarskog rada

Primjer 1. Korice.



Primjer 2. Podkorica.



Primjer 3. Sadržaj.

SADRŽAJ	
	Stranica
1. UVOD.....	1
1.1. Brojenje i mjerenje.....	
1.2. Brojevi sustavi.....	
2. SKUPHOVI BROJEVA.....	
2.1. Prirodni brojevi.....	
2.1.1. Prosti brojevi.....	
2.1.2. Savršeni i prijateljski brojevi.....	
2.1.3. Pitagorini i Fermatovi brojevi.....	
2.2. Cijeli brojevi.....	
2.3. Racionalni brojevi.....	
2.4. Iracionalni brojevi.....	
2.5. Realni brojevi.....	
2.6. Kompleksni brojevi.....	
3. ZAKLJUČAK.....	
LITERATURA.....	
PRILOG.....	

Primjer 4. Dio seminara

2.4. Iracionalni brojevi

Svi pozitivni brojevi koji se ne mogu napisati kao kvocijent dvaju prirodnih brojeva zovemo iracionalnim.

Za otkriće iracionalnih brojeva zahvaljujemo pitagorejcima¹. Oni su došli do spoznaje da postoje dužine čiji se mjerni broj ne može sasvim točno izraziti racionalnim brojem. Do otkrića iracionalnih brojeva, koji su dobili naziv od onog što nije racionalno, došli su mjereći dijagonalu kvadrata. Uočili su da iznos duljine dijagonale jediničnog kvadrata je $\sqrt{2}$, što su znali dokazati da je iracionalan broj.

Slika 1.

¹Pitagorejci - učenici škole, čiji je utemeljitelj bio Pitagora (slavni starogrčki matematičar).

Dijagonala i stranica kvadrata su nesumjerljive dužine. Za katetu AB i dijagonalu AC ne postoji dužina ST i prirodni brojevi m i n , za koje vrijedi da je $AB = mST$ i $AC = nST$.

Pošto im se to otkriće nije uklapalo u njihovu idealiziranu sliku svijeta, tu su činjenicu dugo držali u tajnosti.

Hippas, koji je također bio istaknuti pripadnik toga društva, prvi je primijetio da je stranica pravilnog peterokuta nesumjerljiva s njegovom dijagonalom.

Prije samog nastavka priče o iracionalnim brojevima moramo objasniti pojam sumjerljive i nesumjerljive dužine.

Slika 2.

Primjer 5. Popis literature

LITERATURA

1) KNJIGE

1. Devide, V.: *Zabavna matematika*, Školska knjiga, Zagreb, 1988.
2. Elezović, N.: *Matematika 4*, udžbenik za IV. razred gimnazije, Element, Zagreb, 1997.
3. Hogebein, L.: *Sve o matematičarima*, Mladost, Zagreb, 1970.
4. Kurepa, S., Galineo, M.: *Matematika 1*, udžbenik za prvi razred prirodoslovno-matematičke gimnazije, Školska knjiga, Zagreb, 2000.
5. Pavković-Veljan: *Elementarna matematika 1*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1992.
6. Pavković-Veljan: *Elementarna matematika 2*, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
7. Pavković, B., Dakić, B., Mladinić, P.: *Elementarna teorija brojeva*, Element, Zagreb, 1994.
8. Pavković, B. i dr.: *Male teme iz matematike*, Hrvatsko matematičko društvo, Element, Zagreb, 1994.

9. Reš, J.: *Neke tajne iz teorije brojeva i primjeri iz rekreativne matematike*, Element, Zagreb, 2001.
10. Znam, Š. i dr.: *Pogled u povijest matematike*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1989.

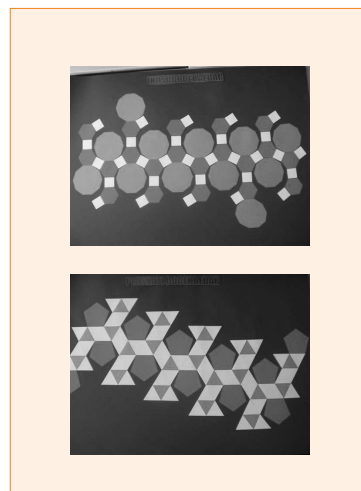
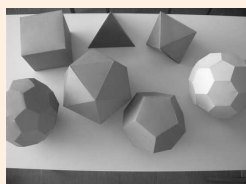
2) OSTALI IZVORI

1. *Opća enciklopedija*, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1978., Svezak 1.

Primjer 6. Prilog

PRILOG

MREŽE POLUPRAVILNIH POLIEDARA



Literatura

- [1] I. Gusić: *Matematički rječnik*, Element, Zagreb, 1995.
- [2] V. Silobrić: *Kako sastaviti, objaviti i ocijeniti znanstveno djelo*, Medicinska naklada, Zagreb, 1994.
- [3] R. Zelenika: *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela*, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 1998.
- [4] Z. Kurnik: *Matematički pojam*, Matematika i škola 11 (2001), 8–16.
- [5] Maturalni rad:
 - M. Kremenić: *Pravilni poliedri*, Srednja škola Ambroza Haračića, Mali Lošinj, PO Cres, 2003.
 - L. Krivičić: *Skupovi brojeva. Skup prirodnih brojeva*, Srednja škola Ambroza Haračića, Mali Lošinj, PO Cres, 2004.