

Žarko Dadić

O PARABOLIČNIM ZRCALIMA MARINA GETALDIĆA

Već je god. 1741. Serafin Cerva¹ tvrdio da je Marin Getaldić u svojoj spilji na Pločama u Dubrovniku pravio neke pokuse sa zrcalom za upravljanje (cum speculo ustorio) koji su se učinili neukom puku neprijatnim i strašnim, da su Getaldića smatrali čarobnjakom. Francesco Appendini² god. 1803. pak tvrdi da je Getaldić pred mnogim gledaocima ponavljao Arhimedove pokuse i palio na moru male brodiće što je izazivalo veliki strah u puku. Iz tvrdnje da se tim zrcalima palilo bilo je jedino jasno da se moralo raditi o paraboličnim zrcalima koja su se doista u to doba nazivala zrcalima za upaljivanje, ali ništa drugo pouzdanije iz Cervina i Appendinijeva teksta nije bilo moguće zaključiti.

Nema nikakve sumnje da je Getaldić pisao svoje djelo *Nonnullae propositiones de parabola* (Rim 1603) u vezi sa svojim pokusima paraboličnim zrcalima. Getaldić naime jasno kaže u uvodu toga djela, koji je upućen čitaocu, da je istraživao postupak kako da se izgradi parabolično zrcalo. Našao je bio da su parabolična zrcala izrađivali samo pomoću parabole dobivene od uspravnog pravokutnog stošca. On se mučio da izradi zrcalo te vrste, a to mu je i uspjelo godinu dana ranije, naime 1602. On je međutim pokazao da se takva zrcala mogu dobiti i pomoću presjeka oštrokutnog, tupokutnog i kosog stošca, što je i predmet njegova djela.³ Iz posljednjeg problema koji je Getaldić stavio u svoje djelo,

¹ Cerva, Seraphinus Maria: Bibliotheca Ragusina, Tomus alter et tertius, Zagrabiae MCMLXXVII, str. 385.

² F. M. Appendini: Notizie storico-critiche sulla antichità, storia e letteratura de' Ragusei, sv. 2, Ragusa 1803, poglavlje V.

³ Nek se usporedi: Marin Getaldić, Sabrana djela, I, Zagreb 1972, str. 81—102. O tome je pisao: Ljudevit Barić, Optički radovi Marina Getaldića, Dijalektika III/4, Beograd 1968, str. 73—84; Ljudevit Barić, Optische Arbeiten von Marin Getaldić, Radovi Međunarodnog simpozija Geometrija i algebra početkom XVII stoljeća, povodom 400-godišnjice rođenja Marina Getaldića, Zagreb 1969, str. 49—60.

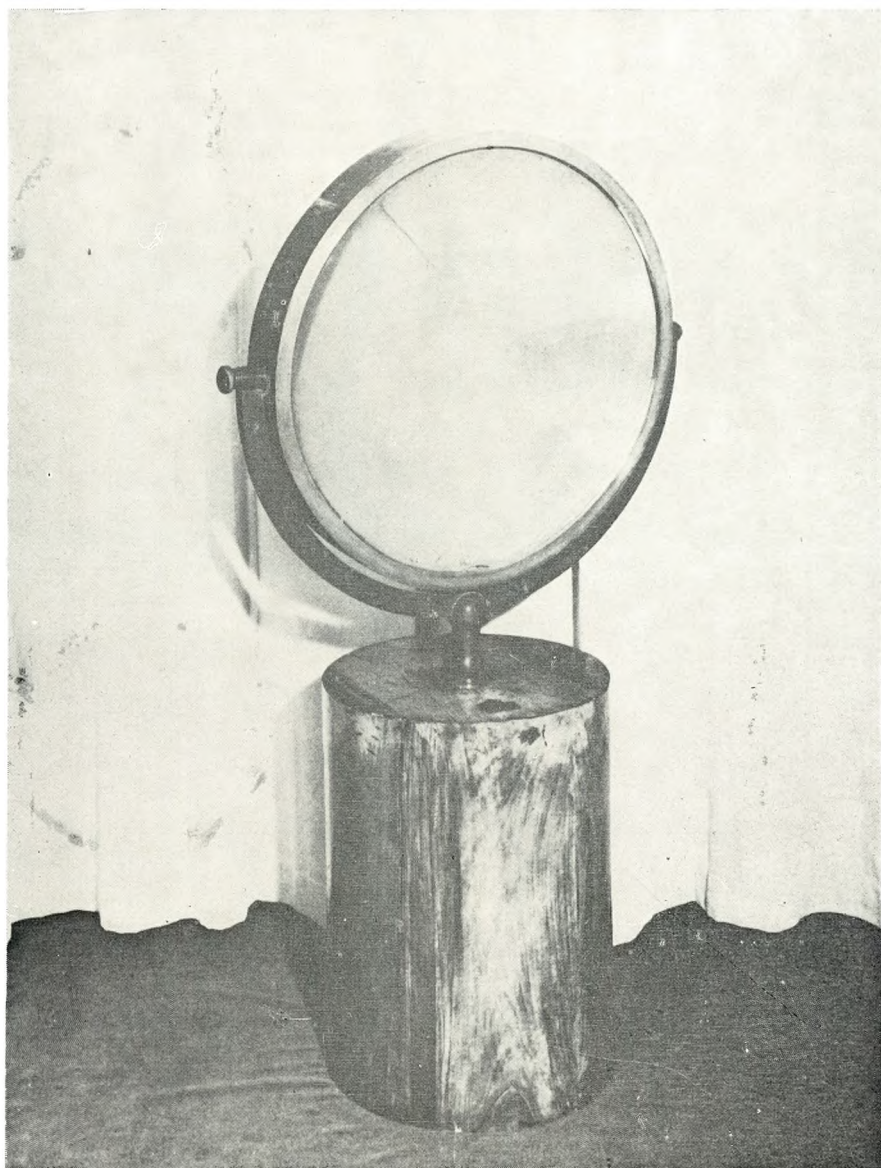
a koji glasi »Nek se u ravnini nacрта parabola za izradbu zrcala koje upaljuje u određenoj udaljenosti«, vidi se da je Getaldić konstruirao parabolu s unaprijed zadanom žarišnom udaljenošću, a onda pomoću nje konstruirao zrcalo.

God. 1938. objavio je Florio Banfi⁴ pismo Jakova Getaldića, Marinova brata, upućenog 2. travnja 1627. iz Dubrovnika u Rim kardinalu Barberiniju. U tom pismu Jakov Getaldić obavještava Barberinija da je Marin umro, a da je ostavio rukopis djela *De resolutione et compositione mathematica* koje je želio objaviti. Zato Jakov šalje taj rukopis Barberiniju s molbom da se pobrine da se djelo tiska. Uz rukopis pak šalje jedno parabolično zrcalo koje je napravio Marin Getaldić. Iz toga je dakle bilo jasno da je Getaldićevo parabolično zrcalo nakon njegove smrti dospjelo u vlasništvo kardinala Francesca Barberinija u Rim.

Nešto više o Getaldićevu paraboličnom zrcalu i pokusima njime doznajemo iz pisma koje je Marin Getaldić 20. svibnja 1608. uputio iz Dubrovnika u Rim Kristoforu Claviusu, a koje je zajedno s još nekoliko Getaldićevih pisama objavio god. 1941. Miroslav Vanino.⁵ U tom pismu između ostaloga Marin Getaldić obavještava Claviusa da je izradio jedno parabolično zrcalo, različito od onog što ga je izradio u Rimu, i da ovo može rastaliti na suncu ne samo olovo, nego također srebro, pa i čelik od kojeg se prave zrcala što je mnogo teže. Iz toga pisma se vidi da je Getaldić u Dubrovniku konstruirao novo parabolično zrcalo koje je vjerojatno bilo mnogo veće od onoga u Rimu. Na temelju posljednjeg problema u djelu *Nonnullae propositiones de parabola* može se zaključiti da je Getaldić unaprijed zadao žarišnu udaljenost paraboličnog zrcala, pa da je onda iz toga odredio parabolu kojoj je to žarišna udaljenost, a onda iz toga konstruirao parabolično zrcalo željene veličine. To bi moglo uputiti na to da je Getaldić želio imati parabolično zrcalo velike žarišne daljine kojim bi palio udaljene predmete, kako su tvrdili Cerva i Appendini. Možda je ta udaljenost doista bila tolika da se moglo zrcalom postavljenim na sami rub obale zapaliti mali model na moru uz obalu, pa je to mogao biti jedan od pokusa koji je Getaldić pravio u Dubrovniku. Međutim, kako se vidi iz tog pisma, Getaldić je osim paljenja nekih predmeta pravio i pokuse taljenja nekih tvari. Iz tvari koje Getaldić spominje može se zaključiti i kakvu je temperaturu on mogao postići u žarištu. Prema Getaldićevoj usporedbi zrcala koje je izradio u Dubrovniku i zrcala koje je izradio u Rimu, vidi se da je temperatura u žarištu dubrovačkog zrcala bila mnogo viša od one koju je postigao

⁴ Florio Banfi: Marino Ghetaldi da Ragusa e Tommaso Segeth da Edimburgo, Archivio storico per la Dalmazia, anno 13, vol. 26, fasc. 153, Roma 1938, str. 322—345.

⁵ Miroslav Vanino: Dubrovčanin Marin Getaldić i Isusovci, Vrela i prinosi, sv. 12, Sarajevo 1941, str. 69—86. (citirano pismo na str. 83).



Sl. 1. Getaldíćevo parabolično zrcalo, National Maritime Museum, Greenwich



Sl. 2. Detalj Getaldiceva paraboličnog zrcala na kojem se vidi urezano: Ghetaldi

u Rimu. Talište olova je 327,4°C, a srebra 960,5°C,⁶ čime se Getaldić nije zadovoljio. Htio je rastaliti i čelik. Na žalost, nikako ne možemo točno znati kakav je čelik talio Getaldić, budući da su i u njegovo doba postojali različiti. On precizira da je to čelik od kojeg se prave zrcala. Tališta raznih vrsta čelika su između 1200°C i 1500°C,⁷ pa se vidi da je Getaldić postigao barem temperaturu od 1200°C.

Nešto više o tom Getaldićevu radu doznajemo iz jednog pasusa koji je god. 1969. objavio Mirko Dražen Grmek.⁸ On je našao u Genezama Marina Mersenna⁹ pasus u kojem Mersenne spominje Getaldićeve optičke pokuse i njegovo parabolično zrcalo. Mersenne je čuo da je Getaldić navodno palio brodove svojim paraboličnim zrcalima, ali sumnja da je to moguće izvesti, ako se radi o udaljenim predmetima. On je ponovio pokuse i našao da je to moguće samo ako se radi o vrlo bliskim predmetima. Iz tog podatka ne bismo mogli zaključiti ništa novo u vezi s Getaldićevim pokusima. Ali iz tog pasusa se vidi da su Getaldićevi pokusi bili poznati izvan Dubrovnika, pa da ih je Mersenne i ponavljao. Važniji je pak Mersenneov navod da je Getaldićevo parabolično zrcalo dvo-nožno. On naime, govoreći o učenjacima koji su pravili pokuse s paraboličnim zrcalima nastavlja »... et Ghetaldum Ragusiae cum speculo parabolico bipedali...«. Nije poznato odakle Mersenne ima taj podatak o Getaldićevu paraboličnom zrcalu.

To je sve što se može zaključiti iz dosad objavljenih podataka o Getaldićevu optičkom radu. Posebno nije bilo do sada poznato što se kasnije zbilo s Getaldićevim paraboličnim zrcalom, kako ono zapravo izgleda i gdje se sada nalazi ako još postoji. Upravo na ta pitanja nastojat ću odgovoriti u daljnjem tekstu.

Ta se pitanja mogu dobrim dijelom razriješiti iz jedne poeme pod nazivom *Lo Specchio concavo barberiniano*¹⁰ koju je god. 1839. objavio *Sante Pieralisi*, izgleda u Rimu. U toj poemi Getaldićevo zrcalo priča o svom historijatu, ali donekle i o pokusima koje je njime pravio Getaldić. Na temelju te poeme, a posebno na temelju dodanih Pieralisijevih bilježaka bit će moguće doznati što je sa zrcalom bilo pošto ga je dobio Francesco Barberini, a ponešto i zaključiti o drugoj skupini pokusa koje je Getaldić pravio u Dubrovniku.

⁶ Dragutin *Kolbach*: Priručnik za kemičare, Zagreb 1961, str. 251.

⁷ Tehničar, Mašinski priručnik I, Beograd 1961, str. 456—459.

⁸ Mirko Dražen *Grmek*, Nekoliko svjedočanstava o Marinu Getaldiću i odjecima njegova rada, Rasprave i građa za povijest nauka, knjiga III, Zagreb 1969, str. 113—120.

⁹ *M. Mersenne*, *Quaestiones celeberrimae in Genesim*, Paris 1623.

¹⁰ Služio sam se kseroksnom kopijom, ali bez naslovnog lista tog djela u National Maritime Museum u Greenwichu, a izrađenom god. 1971. u Rimu. Na prvoj popratnoj strani kopije stoji *Specchio concavo barberiniano*, a na prvoj strani teksta dopisano je rukom *Lo Specchio concavo sferico barbariniano*. Nisam siguran postoji li naslovna stranica u originalu.

U tom historijatu se navodi da je zrcalo konstruirao Marin Getaldić u Dubrovniku i da je kasnije dospjelo u vlasništvo kardinala Francesca Barberinija. Barberini je zrcalo smatrao vrijednim radom pa ga je smjestio u muzej. Međutim, o zrcalu se kasnije vodilo manje računa, pa je ležalo zaboravljeno, a mnogi nisu znali niti zašto ono služi. Konačno je princ D. Francesco Barberini odredio da se zrcalo restaurira, a to je bilo vjerojatno neposredno prije nego je nastala Pieralisijeva poema. Naime, po smislu poeme vidi se da je ona nastala u povodu restauracije zrcala, a to bi onda trebalo biti nešto prije 1839. Nakon restauracije kojom su popravljena oštećenja i napravljena nova armatura, Barberini je smjestio zrcalo u fizikalni kabinet za upotrebu svojih sinova.

Na početku poeme navode se podaci o zrcalu. Zrcalo ima polumjer (raggio) $\frac{2}{3}$ metra, a opseg preko dva metra.¹¹ Samo zrcalo izrađeno je od kovine koja nije manje krhka od stakla, a imala je sjaj sprijeda i straga.

U poemi se navodi i upotreba zrcala. Getaldić je u Dubrovniku upotrebljavao zrcalo za paljenje, ali se pomoću njega može dobiti i slika predmeta. Pieralisi opisuje dosta opširno u poemi, a pogotovo u bilješkama kako nastaje slika u paraboličnog zrcala, kakav je njezin položaj i veličina u odnosu na predmet. U vezi s tim Pieralisi se poziva na djelo *Breve Istruzione sopra le apparenze e mirabili effetti dello specchio concavo sferico* koje je u Bologni objavio god. 1611. Giovanni Antonio Magini. Magini je po Pieralisijevim riječima izradio slično zrcalo kakvo je izradio Getaldić, a to Maginijevo došlo je u ruke kardinala Borghesea, nećaka Pavla V. U svom djelu Magini ne spominje Getaldića,¹² ali je ipak vrlo vjerojatno, da je i Getaldić pravio te pokuse u Dubrovniku, budući da je problem stvaranja slike zaokupljao tadašnje učenjake. Maginijev i Getaldićev rad na paraboličnim zrcalima pada gotovo u isto doba.

Getaldićevo zrcalo je dakle očito bilo nešto prije god. 1839. restaurirano i nalazilo se u posjedu Francesca Barberinija. Dalje nije poznato kako je tekao historijat zrcala, ali se zna da se ono danas nalazi u *National Maritime Museum* u Greenwichu.¹³ Na poleđini zrcala urezano je Getaldićevo ime. Sadašnji izgled zrcala donekle je različit od onog što ga je imalo kad ga je Getaldić

¹¹ Ako je opseg nešto preko dva metra, onda mora promjer biti $\frac{2}{3}$ metra, a ne polumjer, kako navodi Pieralisi.

¹² Vidi: *Grmek*, isto, str. 114.

¹³ Pred duže vremena upozorio me je prof. dr Leo Randić da je Getaldićevo parabolično zrcalo izloženo u *National Maritime Museum* u Greenwichu, a onda me je šef astronomskog odjela tog muzeja dr Derek Howse upozorio i na ostalo što je u vezi s njim. On mi je poslao i fotografije zrcala, na čemu mu zahvaljujem.

izradio budući da je bilo restaurirano u prvoj polovici 19. stoljeća. Ako je Mersenneov navod točan, Getaldićevo zrcalo imalo je dvije noge na kojima je stajalo. Ovo sada ima samo jednu, a kao što se vidi iz Pieralisijeva teksta, ono je pri restauraciji dobilo i novi okvir. Međutim, bez obzira na te izmjene, samo parabolično zrcalo je originalno Getaldićevo.

Iz onoga što je do sada izneseno može se zaključiti da je Getaldić u Dubrovniku pravio pokuse i konstituirao parabolična zrcala s vrlo vjerojatnim eksperimentalnim ciljevima:

1. da dobije visoku temperaturu u žarištu paraboličnog zrcala, a u vezi s tim da možda istraži i tališta pojedinih tvari.
2. da ponovi pokuse paljenja nekih predmeta u žarištu zrcala.
3. da istraži položaj i veličinu slike za različite položaje predmeta u odnosu na parabolično zrcalo.

Dakako da obični puk nije mogao shvatiti ni znati što Getaldić želi postići, pa je zapazio sporedno, a znanstveni ciljevi ostali su mu skriveni. Sada je dakako moguće da se iz sačuvanog paraboličnog zrcala odredi žarišna daljina zrcala i vrsta čelika od kojeg je izrađeno, a time i njegovo talište. Na žalost, do sada nisam mogao doći do tih podataka. Kad se oni odrede, bit će moguće točno ocijeniti vjerodostojnost legende o Getaldićevu paljenju brodića i doznati sve fizikalne karakteristike njegova paraboličnog zrcala. Međutim, već i to što je sada poznato rješava pitanje sudbine i izgleda Getaldićeva zrcala, o kojem se donedavno moglo samo nagađati.

(Primljeno na 1. sjednici Razreda za matematičke, fizičke i tehničke znanosti JAZU od 16. siječnja 1979.)

Žarko Dadić

ON MARIN GETALDIĆ'S PARABOLIC MIRRORS

Summary

It has been known so far that Marin Getaldić constructed parabolic mirrors in Dubrovnik and that he made experiments with them. After his death his mirror was bestowed to Francesco Barberini, the cardinal. It is now evident from a poem written by Sante Pieralisi in 1839, that Getaldić's mirror was restored a little before that year. His parabolic mirror is today in the National Maritime Museum of Greenwich.

According to all nowadays known data it can be deduced that his probable experimental purposes could be: 1) to get high temperature in the focus of the parabolic mirror, and in connection with this to find out the melting point of different materials; 2) to repeat burning experiments for some objects in the mirror focus; 3) to find out the position and the size of pictures of objects in different positions relating the parabolic mirror.