

OPTIČKA RASPRAVA MARKA ANTUNA DE DOMINISA: GENEZA, METODOLOGIJA, ZNAČENJE

IVICA MARTINOVIĆ

(Institut za filozofiju, Zagreb)

UDK 113/119 de Dominis
Izvorni znanstveni članak
Primljeno: 2. 10. 2002.

Kad je Galileo Galilei 25. kolovoza 1609. mletačkom duždu i senatu predstavio svoj dalekozor, bio je to događaj koji je, ponajviše zbog svoje primjene u pomorstvu, odjeknuo širom Europe. A kad je Firentinac u ožujku 1610. izdao djelce *Sidereus nuncius* (*Zvezdani glasnik*), u kojem je, uz kratki uvodni odlomak o dalekozoru, opisao svoja astronomska otkrića s pomoću nove sprave, njegovi su motrilački nalazi u akademskim sredinama najprije izazvali osporavanje, koje je postupno raslo i poprimalo različite oblike: od denuncijacije do protuspisa, od nepristanka da se pogleda kroz dalekozor do potajnih voštanih otisaka nove sprave, od ismijavanja do optužaba za prijevaru vladara.¹ Glavni su Galileievi osporavatelji bili redom talijanski sveučilišni profesori: Cesare Cremonini u Padovi, Giovanni Antonio Magini u Bologni, Francesco Sizi u Firenzi i Giulio Libri u Pisi. U prilog Galileiu odjeknula su samo dva odlučna astronomska glasa: iz Praga i Rima. Na Galileievu je zamolbu Johann Kepler žurno, već 19. travnja 1610, dovršio iznimno povoljnu prosudbu Galileieva djelca i početkom svibnja objavio je pod naslovom *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* (*Razgovor sa Zvezdanim glasnikom*).² »Znam kolika je razlika između razumskih nagađanja i očinjega

¹ Podrobn prikaz recepcije Galileieva djelca *Nuncius sidereus* do kraja 1611, ali bez spomena de Dominisova imena, vidi u: Stillman Drake, *Galileo at work: His scientific biography* (Chicago: Chicago University Press, 1978), u poglavlju »1610–11«, pp. 157–176. Usporedi i John North, *The Fontana history of astronomy and cosmology* (London: Fontana Press, 1994), u poglavlju »The first telescopes«, pp. 326–332, o Kepleru na pp. 331–332, i poglavlju »Galileo, the telescope and cosmology«, pp. 332–341, o Claviusu na pp. 335–337.

² *Ioannis Kepleri Mathematici Cæsarei dissertatio cum Nuncio Sidereo nuper ad mortales misso à Galilæo Galilæo Mathematico Patavino.* (Pragae: Typis Danielis Sedesani, 1610). Vidi kritičko izdanje Keplerove prosudbe: Ioannes Kepler, »Dissertatio cum Nuncio Sidereo nuper ad mortales misso à Galilæo Galilæo Mathematico Patavino.«, herausgegeben von Franz Hammer, u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, herausgegeben von Walther von Dyck und Max Caspar, Band IV (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung, 1941), pp. 281–311.

iskustva, između Ptolemejeva raspravljanja o antipodima i Columbova otkrića novoga svijeta, pa tako i između cijevi s dvjema lećama što kolaju pukom i Tvoje sprave, Galilei, kojom si probušio nebo!³ sa zanosom se Kepler obratio Galileiu i prije nego se sâm dalekozorom uvjerio u istinitost svih Galileievih motrenja, a ipak je Keplerova poslanica među astronomima i diplomatima doživjela krajnje različita tumačenja.⁴ Galilei se izravno pismom 17. rujna 1610. obratio Christophu Claviusu kad je dočuo da rimski isusovci nijednim svojim dalekozorom ne uspijevaju vidjeti Jupiterove mjesece, a Clavius mu je tek u prosincu 1610. javio da su ih uspjeli vidjeti. Četvorica pak isusovaca profesora Rimskog kolegija, predvođenih uglednim starinom Claviusom, u pisanom su izvješću za kardinala Roberta Belarmina u proljeće 1611. potvrdili točnost Galileievih motrenja. I prije Keplera i prije Claviusa, a iz Splita, u prijepor se o novom instrumentu uključio i Marko Antun de Dominis raspravom *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride* (*O zrakama vida i svjetlosti u optičkim staklima i dugi*), koja je objavljena najmanje godinu i pol dana nakon prvoga Galileieva astronomskog izvješća. Znameniti je Rabljanin to učinio neovisno o Galileiu, otprve svjestan značenja nove sprave i uvjeren u prvenstvo svoga teorijskog pristupa.

³ Kepler, *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* (1610), p. 8: »Scio quantum intersit inter rationales coniecturas, et ocularem experientiam; inter Ptolemaei disputationem de Antipodibus, et Columbi detectionem novi orbis: adeoque et inter ipsos vulgo circumlatos tubos bilentes; et inter tuam Galilaeae machinam, quam coelum ipsum terebrasti:«. Vidi i u kritičkom izdanju: Kepler, »Dissertatio cum Nuncio Sidereo« (1941), p. 293.

⁴ Vidi Franz Hammer, »Nachbericht«, u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, Band IV (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung, 1941), pp. 415-485, u poglavlju »Dissertatio cum Nuncio Sidereo«, pp. 442-459, o tomu da su Galilei i njegovi protivnici Magini i Horky različito ocijenili i prikazivali Keplerovu *Dissertatio* na pp. 457-459; o različitim ocjenama Keplerova spisa napose u kronološkom kazalu Keplerove znanstvene korespondencije, pp. 478-485.

⁵ Premda se na naslovnici de Dominisova djela *De radiis* i na početku posvete očekivano predstavio u latiniziranom obliku *Ioannes Bartolus*, njegovo pravo ime i prezime otkriva adresa na pismu, koje mu je de Dominis uputio 3. listopada 1616. iz Brescie, prve postaje na svom putu za Englesku. Vidi S. Ljubić, »Prilozi za životopis Markantuna de Dominisa Rabljanina, spljetskoga nadbiskupa.«, *Starine* 2 (1870), pp. 1-260, na p. 161: »Al molto magnifico patron osservandissimo il signor Giovanni Bartoli. Venetia.« U znanstvenim radovima o de Dominisu, počevši od Torbara i Ockendena, najčešće se koriste nepravilni oblici Bartolijeva prezimena: *Bartol* i *Bartolo*. Usp. Josip Torbar, »Ob optici Markantuna de Dominis.«, *Rad JAZU* 43 (1878), pp. 196-219, na p. 202: »Ivan ... Bartol«; R. E. Ockenden, »Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow«, *Isis* 26 (1936), pp. 40-49, na p. 42: »his friend Giovanni Bartolo«. Ponekad se, tako primjerice radi Faj, posegne za latiniziranom inačicom *Bartolus* izvornoga prezimena. Usp. Zdravko Faj, »O fizikalnim raspravama M. A. Dominisa i mišljenju nekih istaknutih fizičara o njima«, u: Andre Mohorovićić (ur.), *Rapski zbornik* (Zagreb: JAZU i Skupština općine Rab, 1987), pp. 359-364, na p. 359: »izdavač Bartolus«. Vjekoslav Bajsić i August Ziggelaar jedini su se dosad služili izvornim prezimenom urednika.

Geneza de Dominisove rasprave

O tomu kako je nastala i objavljena de Dominisova optička rasprava dragocjeno nam je svjedočanstvo ostavio Giovanni Bartoli,⁵ urednik izdanja,⁶ suprug de Dominisove nećakinje Franice,⁷ čovjek Rabljaninova potpunoga povjerenja i u teškom razdoblju neposredno prije i za vrijeme bijega u Englesku.⁸ God. 1609, kad se prihvatio uredničkoga posla, imao je oko 28 godina.⁹ Premda početnik u uredničkom poslu, on je u posvetnom pismu, upućenom glavnom zapovjedniku mletačkoga pješaštva i potpisanom 1. listopada 1611, sažeto prikazao genezu de Dominisova rukopisa.¹⁰ Razložno je

⁶ Marcus Antonius de Dominis, *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* (Venetiis: Apud Thomam Baglionum, 1611), na naslovnici izrijekom piše: »Per Ioannem Bartolum in lucem editus.«

⁷ Da je Franica, Bartolijeva supruga i »kći gospodina Marka Negra«, de Dominisova nećakinja, stoji u prvoj rečenici izjave Giovannija Bartolija pred apostolskim nuncijem i inkvizitorom 19. studenoga 1616, dan nakon pretresa de Dominisove knjižnice u Bartolijevoj kući u Veneciji. Ljubić, »Prilozi za životopis Markantuna de Dominisa Rabljanina, spljetskoga nadbiskupa«, pp. 158–160, na p. 158: »Mi lo conosco da 6 anni in qua, perche è barba di mia moglie Franceschina figlia del signor Marco Negro suo zerman.« Usp. Stjepan Antoljak, »Arhivske zabilješke i marginalije o Markantunu de Dominisu«, *Radovi Centra JAZU u Zadru* 22–23 (1976), pp. 49–62, na p. 60. U pismima koja mu je pisao s različitih postaja svoga bijega de Dominis je Bartolija oslovljavao s »nepote carissimo«. Vidi Ljubić, »Prilozi za životopis Markantuna de Dominisa Rabljanina«, pp. 160 i 171. To je najvjerojatnije bilo razlogom da je Giovannija Bartolija Šime Ljubić u svom »historičko-kritičkom iztraživanju« de Dominisova života i djela nazvao de Dominisovim »nećakom«. Vidi S. Ljubić, »O Markantunu Dominisu Rabljaninu, historičko-kritičko iztraživanje navlastito po izvorih mletačkoga arkiva i knjižnice arsenala parizkoga.«, *Rad JAZU* 10 (1870), pp. 1–159, na p. 115.

⁸ Da se de Dominis posve pouzdao u mladoga Bartolija, potvrđuju sljedeći nadbiskupovi postupci: kod njega je pohranio svoju knjižnicu sastavljenu od 181 djela; pisao mu redovito tijekom svoga bijega u Englesku (Brescia, Heidelberg, Hague); poslao mu iz Heidelberga primjerak svoga prvog manifesta *Suae profectionis consilium exponit*; pisma i primjerke manifesta slao uz njegovo posredovanje i drugima, primjerice svom nećaku, a venecijanskom ljekarniku Melkioru de Dominisu i novom splitskom nadbiskupu Sforzi Ponzoniju; zadužio ga da prikupi pisma iz Venecije i prosljedi mu ih; planirao kako će mu uz posredovanje engleskoga ambasadora u Mlecima poslati stvari koje je ostavio u njegovu domu. Usp. Ljubić, »Prilozi za životopis Markantuna de Dominisa«, pp. 153, 156, 157, 158–161, 171–172.

⁹ Vidi zapisnik Bartolijeva ispitivanja 19. studenoga 1616, u kojem je procijenjeno da Bartoli ima oko 35 godina. Ljubić, »Prilozi za životopis Markantuna de Dominisa«, p. 158: »aetatis annorum 35 in circa.«

¹⁰ O genezi de Dominisove rasprave na temelju Bartolijeve posvete već su pisali: Torbar, »Ob optici Markantuna de Dominis.«, p. 202 i 205; Ockenden, »Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow«, p. 42; Žarko Dadić, »Rad Markantuna Dominisa na problemima fizike«, *Encyclopaedia moderna* 2/5–6 (1967), pp. 124–127, na p. 124; Zdravko Faj, »Osnovni zakoni i pojmovi geometrijske optike u Dominisovu djelu 'De radiis visus ...'«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 23–32, na pp. 23–24; u istom zborniku: Vjekoslav Bajsić, »Prirodnoznanstveni i filozofski pogledi Marka Antuna Dominisa«, pp. 61–71, osobito na p. 62.

pretpostaviti da je tako postupio jer je od dopuštenja za tisak, potpisanoga 27. siječnja 1610, do izlaska de Dominisove knjige najranije u listopadu 1611. proteklo više od 20 mjeseci, a upravo je u tom razdoblju objavljen znameniti Galilejev *Sidereus nuncius*. Što Bartolijevo svjedočanstvo otkriva o genezi de Dominisove rasprave o oku, dalekozoru i dugi?

Nakon što je Galilei potkraj kolovoza 1609. javno predstavio svoj dalekozor, moćni je uređaj postao česta tema Bartolijevih razgovora s de Dominisom: »Češće mi je godilo zapitkivati ga što on misli o onom novom uređaju, što ga je, kako se razglasilo, radi motrenja onoga što je veoma udaljeno našijenac i vrstan matematičar Galilei nedavno javno prikazao, pa u Veneciji upravo objavio.«¹¹

Splitski mu je nadbiskup tijekom tih razgovora otkrio da se u počecima svoga nastavnog djelovanja bavio optičkim istraživanjima i da bilješke o njima još uvijek posjeduje: »Izvukavši iz prašine neke vrlo stare bilješke, napisane, samo iz ljubavi i radi užitka, prije dvadeset godina, dok je najprije u Padovi a potom i u Brescii javno uz filozofiju predavao i matematičke discipline u tada preslavnim gimnazijama Družbe Isusove, on ih je meni predao da ih pročitam.«¹²

U jednu podužu rečenicu Bartoli je uključio biografske podatke koji se vremenski ne podudaraju i tako otežao pouzdan odgovor na pitanje kad je de Dominis napisao prve bilješke iz optike. Ako su bilješke nastale »prije dvadeset godina«, onda su one nastale na početku akademske godine 1591/1592, završne godine de Dominisova studija teologije u Padovi,¹³ i tad

¹¹ Ioannes Bartolus Lucinianensis, »Illustrissimo atque Excellentissimo Domino Domino Ioanni Baptistae Marchioni Montis Sanctae Mariae ...«, posveta u: de Dominis, *De radiis*, ff. a2r-a4r, na f. a2v: »sciscitari saepius placuit, quidnam de novo Instrumento illo sentiret, quod nuper ad inspicienda quae sunt remotissima à Nostrate Viro insigni Mathematico Galilèo in lucem editum ferebatur, et Venetiis potissimum publicatum.«

¹² Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, ff. a2v-a3r: »commentarios quosdam vetterimos, ante viginti annos ab eo conscriptos, dum primum Patavij; deinde etiam Brixiae publicè in Gymnasijs tunc celeberrimis Societatis IESU, cum Philosophia Mathematicas etiam, animi tantum, et delectationis causa, profiteretur disciplinas, ex pulvere erutos, mihi tradidit perlegendos.«

¹³ Pietro Pirri, »Marc'Antonio de Dominis fino all'episcopato«, *Archivum historicum Societatis Iesu* 28 (1959), pp. 265–288, na p. 282 u priloženom dokumentariju: prema trogodišnjem katalogu sastavljenom na kraju akademske godine 1589/1590. de Dominis je te godine odslušao drugu godinu teologije; a prema trogodišnjem katalogu sastavljenom na kraju akademske godine 1592/1593. već je predavao i bio zaredan jer uz njegovo ime stoji oznaka P. za *pater*; dakle, akademske godine 1591/1592. odslušao je četvrtu, posljednju godinu studija teologije. Vrelo: Archivum Romanum Societatis Iesu, *Ven.* 37, f. 33r i 65r. Usp. i Mijo Korade, »Hrvatski isusovci XVI. stoljeća (1553.–1584.): Biografski podaci«, *Vrela i prinosi* 14 (1983), pp. 101–117, podaci o de Dominisu na p. 111.

su zaista mogle nastati »radi užitka« (*delectationis causa*), jer te godine de Dominis nije imao nikakvu službenu obvezu prema geometriji. Tako valja zaključiti uz jedan uvjet – ako je ova Bartolijeva rečenica redigirana 1. listopada 1611. Ali, što je usklađenije s Dominisovim zaduženjima, ako je ona ostala u obliku u kakvom je napisana prvi put, opravdano je pretpostaviti krajem 1609. prije predaje rukopisa u ruke cenzora Vijeća desetorice, onda treba zaključiti da su de Dominisove bilješke nastale krajem školske godine 1588/1589. kad je mladi isusovac prvi put predavao matematiku na padovanskom učilištu svoga reda.¹⁴ Drugom vremenskom odrednicom Bartoli upućuje na to da su bilješke nastale za vrijeme de Dominisovih predavanja iz matematike u Padovi i Brescii, pa vrijeme nastanka prvih optičkih bilježaka treba proširiti na duže razdoblje 1588–1595, koje uključuje tri različita, a važna odsječka na životnoj stazi mladoga isusovca: dvogodišnji magisterij (1588–1590) nakon završena studija filozofije kad je de Dominis predavao matematiku na isusovačkom filozofskom učilištu u Padovi (*Collegium Patavinum*), četverogodišnji studij teologije u Padovi (1588–1592) i prvu profesuru (1592–1595) nakon svećeničkog ređenja u isusovačkom kolegiju *Collegium Brixienae* u gradu Brescii, gdje je prve godine predavao matematiku i retoriku, a sljedeće dvije cjelokupni trogodišnji tečaj filozofije, najvjerojatnije prve godine logiku i metafiziku, a druge godine fiziku.¹⁵ Dakle, da ne bi bilo zabune, de Dominis je akademske godine 1588/1589. istodobno bio *magister* matematike i student prve godine teologije; godine 1589/1590. drugu je godinu predavao matematiku i slušao drugu godinu teologije.

Da se ne bi pogriješilo, vrijeme nastanka prvih de Dominisovih optičkih bilježaka treba protegnuti na razdoblje 1588–1595, u kojem se de Dominis najviše bavio matematikom i prirodnom filozofijom. Za neke se bilješke s velikom vjerojatnošću može pretpostaviti kad su nastale. Primjerice, bilješke o osnovama geometrijske optike, koje su kasnije uključene u drugo i četvrto

¹⁴ Prema trogodišnjem katalogu sastavljenom na kraju akademske godine 1589/1590. de Dominis je te godine na isusovačkom učilištu *Collegium Patavinum* odslušao drugu godinu studija teologije i zaključio drugu godinu kao nastavnik matematike na studiju filozofije. Vidi Archivum Romanum Societatis Iesu, *Ven.* 37, f. 33r: »1590. Collegium Patavinum. N° 22. Marcus Antonius de Dominis, dalmata, arbensis, annos natus 30, vires firmae, ingressus 1579, studuit philosophiae et nunc theologiae annos 2, docuit litteras humaniores annos 4 et mathematicam annos 2.« Transkripciju zapisa objavio: Pirri, »Marc'Antonio de Dominis fino all'episcopato«, p. 282. Usp. i jedno ranije tumačenje istoga izvora: Nikola Bulat, »Neka sporna pitanja o de Dominisu«, *Crkva u svijetu* 10/2 (1975), pp. 102–116, na p. 105: »jer je Dominis, kako je već spomenuto, po svoj prilici predavao matematiku na [isusovačkom] Collegio massimo, ...«. Zašto »po svoj prilici«?

¹⁵ Pirri, »Marc'Antonio de Dominis fino all'episcopato«, prema podacima iz trogodišnjih kataloga na p. 282. Usp. i Korade, »Hrvatski isusovci XVI. stoljeća (1553.–1584.): Biografski podaci«, p. 111.

poglavlje de Dominisove knjige, nastale su najranije – tijekom nastave matematike u školskoj godini 1588/1589. Bilješke o dugi, naročito one koje upućuju na povijest tumačenja ove pojave pa su poslužile pri oblikovanju desetog i četrnaestog poglavlja Rabljaninove knjige, najvjerojatnije su nastale tijekom akademske godine 1594/1595. kad je mladi profesor u isusovačkom kolegiju u Brescii predavao prirodnu filozofiju ili fiziku.¹⁶ Tad je Giovanni Battista della Porta već bio objavio svoje optičko djelo *De refractione* (1593), koje je u devetoj knjizi raspravljalo o dugi.¹⁷ Ako tada nije posjedovao della Portino djelo ili ga je propustio spomenuti, svakako ga je posjedovao 1616. jer je pronađeno prilikom inkvizitorova pretresa de Dominisove knjižnice.¹⁸

Dok je ciljano čitao de Dominisove optičke bilješke, Bartoli je uočio dvije velike teme: »O optičkim sam stvarima našao mnogo toga, što me nevjerojatno obradovalo, ali sam osobito priklonio duh onome što je tako velik muž u onim bilješkama kao novo i prije nečuveno razložio o optičkim staklima ili progleđalima i o luku duge, te što je opremio vrlo oštroumnim, što fizikalnim što matematičkim dokazima.«¹⁹

¹⁶ Prema Pirrijevoj transkripciji iz trogodišnjih kataloga podaci o de Dominisovim nastavnim dužnostima kroz akademske godine 1593/1594. i 1594/1595. nisu potpuni: za prvu ih godinu uopće nema, za drugu je zabilježeno da je Rabljanin *philosophiae magister*. Kad je Mletačka Republika nakon govora Cesarea Cremoninija odlukom Senata 23. prosinca 1591. ukinula isusovačku padovansku gimnaziju, time i studij filozofije u njezinu sastavu, isusovci su filozofski studij premjestili u Bresciu i on je bar u tim početnim godinama, najvjerojatnije, bio dvogodišnji. O ukinuću isusovačkog učilišta u Padovi i osnivanju novoga učilišta u Brescii usp. August Ziggelaar, »Das Gymnasium der Jesuiten in Padua um 1590 in Verbindung mit dem Buche von Marcantonio de Dominis 'De radiis visus et lucis', 1611«, *Archivum historicum Societatis Iesu* 49 (1980), pp. 255–264, na pp. 256–257. I prema pismu isusovačkoga generala Claudija Acquavive venetskom provincijalu Lodovicu Gagliardiju, de Dominis akademske godine 1594/1595. »završava predavati filozofiju u Brescii.« Usp. Pirri, »Marc'Antonio de Dominis fino all'episcopato«, p. 283: »Il P. Marc'Antonio de Dominis mi domanda con molta istanza di venire a fare il terzo anno di probatione a Roma, già che questo anno finisce di leggere la filosofia in Brescia.« To pak može značiti samo ovo: u Brescii je de Dominis predavao logiku i metafiziku u prvoj, a fiziku u drugoj godini.

¹⁷ Ioannes Baptista Porta Neapolitanus, *De refractione optices parte* (Neapoli: Apud Io. Iacobum Carlinum, & Antonium Pacem / ex officina Horatii Salviani, 1593), u kojem je deveta knjiga bila naslovljena »De coloribus ex refractione, sive de iride, ...«

¹⁸ Usp. Bratislav Lučin, »Knjižnica Marka Antuna de Dominisa«, u: *Međunarodni znanstveni skup 'Marko Antun de Dominis, splitski nadbiskup, teolog i fizičar': Program* (Split: Književni krug, 2002), p. 8.

¹⁹ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a3r: »Multa de rebus perspectivis reperi, que incredibili mihi fuerunt voluptati; sed praesertim iis animum appuli, quae in Commentariis illis de Vitris perspectivis, sive perspicillis; quaeque de Arcu Iridis à tanto viro, uti nova, et antea inaudita dicebantur, et acutissimis demonstrationibus sive Physicis, sive Mathematicis, ornabantur.«

Ovdje je Bartoli kao predmet de Dominisovih bilježaka označio »optička stakla ili progledala« (*de vitris perspectivis, sive perspicillius*). I izborom latinskoga nazivka Bartoli je odao na čijoj je strani. Naime, Galilei se služio nazivkom *perspicillum*, i to u dvama značenjima. Na naslovnici izdanja *Sidereus nuncius*, u naslovu djelca na početku teksta i na više mjesta u odlomku o dalekozoru taj je nazivak, redovito u jednini, imenovao novi uređaj »dalekozor«.²⁰ Primijenjen u množini, i to dvaput u tekstu, znamenitom je Firentincu značio »staklena optička leća« kao sastavni dio dalekozora.²¹ Za leću u jednini poslužio se, i to samo jednom, nazivkom *specillum*.²² Drukčije je postupio de Dominis: nazivak *perspicillum* i pri prvom spomenu i na više drugih mjesta u tekstu označavao je redovito »optičko staklo« (*vitrum perspectivum*), naročito ono koje je pripomoć vidu,²³ na dvama je mjestima Rabljanin podsjetio da su *perspicillum* i *vitrum* istoznačnice, ali se nazivkom *vitrum* mnogo češće služio;²⁴ izlažući temelje optike dodatno je upozorio na to da tri nazivka *vitrum perspectivum*, *specillum* i *perspicillum* označuju isto – optičko staklo ili leću;²⁵ za dalekozor pridržao je redovito nazivak *instrumen-*

²⁰ Vidi naslovnici Galileieva djela: SIDEREVS / NVNCIVS / MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA / Spectacula pandens, suspiciendaque proponens / vniciuique, praesertim verò / PHILOSOPHIS, atque ASTRONOMIS, quae à / GALILEO GALILEO / PATRITIO FLORENTINO / Patauni Gymnasij Publico Mathematico / PERSPICILLI / Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN- / NVMERIS, LACTEO CIRCULO, STELLIS NEBVLOSIS, / ... (Venetiis: Apud Thomam Baglionum, 1610). Vidi i Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 5r, gdje naslov djelca glasi: »Astronomicus nuncius observationes recens habitas novi perspicilli beneficio ... continens, atque declarans.«; f. 5v: »ope Perspicilli à me excogitati«; f. 6r: »fuisse à quodam Belga Perspicillum elaboratum,«; f. 6v: »Primo enim necessarium est, ut sibi Perspicillum parent exactissimum, quod obiecta pellucida, distincta, et nulla caligine obducta repraesentet;«; f. 6v: »... minorem [superficiem] quidem altero oculo ad Perspicillum admoto, maiorem verò altero oculo libero;«.

²¹ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 6r: »ac tubum primò plumbeum mihi paravi, in cuius extremitatibus vitrea duo Perspicilla, ... aptavi;«; ff. 6v-7r: »... dum nulla in Tubo adessent Perspicilla ad obiectum FG. secundum lineas rectas ECF. EDG. ferrentur, sed appositis Perspicillis ferantur secundum lineas refractas ECH. EDI. coarctantur enim, ...«

²² Galileus, *Sidereus nuncius*, govoreći o objektivu na f. 7r: »Quod si Specillo CD. braceas, ...«

²³ De Dominis, *De radiis*, prvi spomen i ujedno odredba nazivka na p. 1: »... Vitrorum seu Chrystallorum, quae perspicilla vocamus, ...«; vidi i naslov šestoga poglavlja na p. 19: »Adiu[aj]mentum commune visus ex perspicillis.«; vidi i izričaje na p. 20: »utuntur hisce perspicillis ad ea, quae remota sunt, aspicienda, non ad ea quae propè sunt:« i »sicut e contrario senes, idest oculi sicciore, pro rebus propinquis indigent perspicillis suis, non pro remotis.«; na p. 23: »Communissimus perspicilliorum usus, ...«, i to pod naslovom poglavlja »Vitra perspectiva etiam ab oculo remotiora in visu mira operantur.«

²⁴ De Dominis, *De radiis*, osim na p. 1 i na p. 20: »Vitra seu perspicilla.«

²⁵ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 5, n. 11: »... Vitra perspectiva quae vocantur specilla, seu perspicilla, ...«

tum, ponekad pisan velikim slovom;²⁶ odnos između dalekozora (*instrumentum*) i leće kao njegove sastavnice (*perspicillum*) jasno je odredio u uvodnoj rečenici poglavlja o dalekozoru, ali i u jednoj kasnijoj prigodi.²⁷

Nakon pomnoga čitanja nesređenih de Dominisovih bilježaka Bartoli je došao do važnog zaključka, zbog kojega je neumorno stao poticati de Dominisa da dopuni svoje teorijske bilješke: »Spoznao sam da je on položio vrlo široke temelje o kojima ovisi sva teorija ove sad vrlo glasovite sprave. Nisam ga prestao moliti da bi te temelje sâm primijenio ...«²⁸

Splitski je nadbiskup popustio pred Bartolijevim navaljivanjima i Bartoliju izdiktirao neke dopune: »Prezauzet vrlo teškim poslovima, primjerenim i njegovoj dobi i zvanju i dostojanstvu i Crkvi, a da bi ugodio revnom rođaku, ipak je ponešto kazao u pero, dodavši jedno ili drugo poglavlje svojoj staroj optičkoj raspravi.«²⁹

Bartoli je ovdje propustio jasno naznačiti što je to de Dominis dodao »svojoj staroj optičkoj raspravi«. Gotovo je sigurno da je de Dominis dopunio raniji tekst, iz kojeg je nastalo poglavlje o dalekozoru, jer je upravo u tom poglavlju prema Galileiu, a da ga nije imenovao, upravo dva polemička žalca. Prvi je bio zaodjeven u ruho neispunjenog priželjkivanja: »O da su oni koji su prvi pokazali taj instrument izložili s njim i dokaze!«³⁰ »Prvi« u množini? Sigurno je ciljao na Galileia i na narav njegovih javno upriličenih motrenja u kolovozu 1609, usmjerenih na to na kojoj se daljini s pomoću sprave može ugledati jedrenjak, a ne na to kako sama sprava radi. U istom je

²⁶ De Dominis, *De radiis*, u posljednjem odlomku poglavlja »Utrunque vitrum tam lenticulare quàm excavatum potest simul visui inservire.« na p. 37: »totum Instrumentum«; samo na p. 38 sedam puta: »utinam qui primi instrumentum hoc protulerunt, ...«, »effectus huius instrumenti«, »instrumentum erit confectum«, »Melius tamen erit instrumentum ...«, »Perfectio certe huius instrumenti, ...«, »Totus igitur effectus huius instrumenti ...« i »Tollit igitur hoc instrumentum radios illos confusos, ...«; na p. 39 primjerice u izričaju: »meum exactissimum instrumentum«.

²⁷ De Dominis, *De radiis*, na p. 37: »Ex hactenus à nobis dictis et explicatis de vitreis perspicillis, facillimum negotium redditur in conficiendo instrumento illo quod nuper videtur inventum, ...«; na p. 38: »Atqui vitrum profundius maiorem poscit distantiam, et longitudinem instrumenti;«

²⁸ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a3r: »Iacta ab eo cognovi amplissima fundamenta, ex quibus Instrumenti huius nunc celeberrimi theoria pendet universa. Ut tamen ea ipsemet applicaret, et ex thesi ad hypothesim deduceret, obsecrare non destiti.«

²⁹ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a3r: »Gravissimis ille iam et aetatis, et professionis, et dignitatis, atque Ecclesiae suae distentus negotiis, dictavit nihilominus, ut affini studioso morem gereret, nonnulla, addito uno aut altero capite suo tractatui prisco perspectivo.«

³⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 38: »utinam qui primi instrumentum hoc protulerunt, etiam demonstrationes cum ipso exhibuissent:«

poglavlju, baš kad je povećanje predmeta ubrojio u dvije najveće odlike nove optičke sprave, odustao od rasprave o tomu koliko se dalekozor može usavršiti: »Može li savršenost toga instrumenta uistinu biti takva da ono što se može vidjeti izgleda dvadeset puta povećanim, kako su neki izložili i tim se vrlo mnogo hvale, prepuštam drugima na razmatranje. Naime, moj vrlo točni instrument postiže da stvar poraste jedva pet puta.«³¹ »Neki« su tvrdili da im dalekozor povećava 20 puta? I opet je riječ jedino o Galileiu, koji se dalekozorom s povećanjem 20 prvi put pri astronomskim motrenjima služio tijekom prosinca 1609.³²

Neke de Dominisove dopune nisu bile veće od umetnute rečenice. Primjerice, rečenica u kojoj je upozorio na to da već krajem 1609. pati od starovidnosti: »da je korisno predmet odmaknuti od oka, misle neki starci (što sam i ja, dok sam bio mlad, mislio, prije nego sam iskusio na samom sebi)«. Uz to, neoprezno spomenuvši »staru optičku raspravu« Bartoli je pokrenuo pitanje o ustroju starih de Dominisovih bilježaka: je li to doista bila rasuta građa ili strukturiran tekst kakav je primjeren znanstvenom pismu, bilješke (*commentaria*) ili rasprava (*tractatus*)?

Pošto mu je de Dominis izdiktirao dopune, Bartoli je mogao prionuti pravom uredničkom poslu. Najvjerojatnije je prema de Dominisovim uputama objedinio stare bilješke i nove dopune u cjelinu, pa čistopis uručio piscu da ga ispravi i dotjera. Bartoli je požurivao s objavljivanjem knjige, a de Dominis je oklijevao predati rukopis u tisak.

Dva su važna razloga utjecala na de Dominisovo oklijevanje. Pisac je zacijelo bio svjestan toga da je nužno obaviti temeljitu, konačnu redakciju teksta. Samo je u dodatnom kritičkom čitanju rukopisa, za koje očito nije imao snage ili vremena, de Dominis mogao ukloniti neke važne nedostatke svoje rasprave, možda i izbrusiti ili usavršiti stajališta. Ponajprije se to odnosi na izričaje o lomu zrake na zakrivljenoj granici između dvaju sredstava.

Drugi su razlog de Dominisovu oklijevanju bili crteži, kako je u svojoj korespondenciji otkrio Paolo Sarpi. U dvama pismima, upućenima Giacomu

³¹ De Dominis, *De radiis*, pp. 38–39: »An verò tanta perfectio possit esse huius instrumenti, ut visibilia vigecuplo maiora appareant, ut aliqui tradiderunt, et plurimum gloriantur, relinquo aliis considerandum: nam meum exactissimum instrumentum, vix ad quintuplum rem facit exrescere.«

³² Drake, *Galileo at work*, p. 142 i 148.

³³ De Dominis, *De radiis*, p. 15: »Remotionem vero obiecti ab oculo prodesse seni putant nonnulli, (quod etiam ego dum iuvenis essem, antequam defectum in me ipso experirer, putabam) ...« Na taj je tekstualni umetak upozorio: Vladimir Dugački, »Marko Antun de Dominis i problemi vida«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 85–91, na p. 90.

Leschassieru, mletački je teolog zabilježio novosti o de Dominisovoj raspravi. U pismu s nadnevkom 8. lipnja 1610. on pri spomenu leća okulara pripućuje svom korespondentu: »ima ovdje nekoliko erudita, koji namjeravaju uraditi mali komentar o vidu, gdje razlažu način i razlog nizozemskoga pronalaska i istodobno cijelu teoriju dalekozora.«³⁴ Tu kao da Sarpi ne zna da je tekst gotov, premda je dobro upućen u njegov sadržaj. Ali već 3. kolovoza, u sljedećem pismu s istom tematikom, venecijanski učenjak otkriva Leschassieru razlog zbog kojega de Dominisova rasprava još nije objavljena: »Knjižica o naočalima još nije tiskana. Pisac nastoji oko bakroreza, koji su mu potrebni da bi rastumačio svoje stavove.«³⁵ Sarpiju se može vjerovati: s de Dominisom je bio u prijateljskim odnosima od 1606. kad su se kao istomišljenici, branitelji zakonodavne i sudbene vlasti Mletačke Republike, svaki na svoj način, spisima suprotstavili interdiktu pape Pavla V.³⁶ Koliko god se trudio, Dominis nije, pokazat će se, uspio priskrbiti uspjele bakroreze. Ali je domalo popustio pred navaljivanjima urednika Bartolija: »Sam pisac, konačno svladan mojim molbama, napokon je pristao i suglasio se«³⁷ da rasprava bude objavljena.

Adresatu posvete mogao je Bartoli prikazati plod i svoga uredničkog rada – raspravu o dvjema velikim temama: »Da bi se razmotrio oštar vid i prekrasni dugin luk, utrošena je cijela ova rasprava.«³⁸ Urednik je, dakle, svladao put od oduševljenja kako su optičke leće i duga obrađene u rasutim piščevim bilješkama do gotovog rukopisa koji izlaže nauk o vidu i dugi, ali se na tim temama ne iscrpljuje. Prošireni tematski okvir odrazio se i u naslovu, gdje se, dakako, kao nosivi pojmovi ponavljaju »vid« (*visus*) i »duga« (*iris*), ali se njima pridodaje treći: »optičke leće« (*vitra perspectiva*). Ni to nije bilo dovoljno da se sažeto uputi na sadržaj djela. Zato naslovnicu de Dominisove rasprave resi i dodatno pojašnjenje, koje može bitnom kupcu skreće pozor-

³⁴ Usp. Mario Gliozzi, »Relazioni scientifiche tra Fra Paolo Sarpi e Giovan Battista Porta«, *Archives internationales d'histoire des sciences* 1/3 (1948), pp. 395–433, na pp. 414–415. Gliozzi naveo prema: *Lettere di Fra Paolo Sarpi*, raccolte ed annotate da Filippo Luigi Polidori, con prefazione di Filippo Perfetti (Firenze: Barbera, 1863), vol. II, p. 81.

³⁵ Gliozzi, »Relazioni scientifiche tra Fra Paolo Sarpi e Giovan Battista Porta«, p. 415. Gliozzi naveo prema: *Lettere di Fra Paolo Sarpi*, vol. II, p. 198.

³⁶ Ivica Martinović, »De Dominisov dijalog Martellino«, u: *Međunarodni znanstveni skup »Marko Antun de Dominis, splitski nadbiskup, teolog i fizičar«: Program* (Split: Književni krug, 2002), pp. 22–24.

³⁷ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a3r: »Quae omnia à me collecta, tibi viro sapientissimo dicare placuit, et offerre, Auctore ipso precibus meis tandem devicto, demum et annuente, et consentiente.«

³⁸ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a3v: »In visu perspicaci, et in pulcherrimo Iridis arcu considerando, totus consumitur hic tractatus:«

nost na to da se u toj raspravi, »između ostaloga, izlaže teorija stanovite sprave, pronađene da bi se jasno vidjelo ono što je veoma udaljeno«. ³⁹ »Knjižica o naočalima«, kako ju je 1610. prije objavljivanja nazvao Sarpi, iz tiska je izašla kao rasprava o vidu, optičkim lećama, dalekozoru i dugi.

De Dominis i Galilei:

dva istodobna, a različita pristupa dalekozoru

Pri donošenju konačne odluke o tome da rasprava *De radiis* bude objavljena pisca de Dominisa i urednika Bartolija udruživao je isti motiv: da *De radiis* bude prvo djelo koje će razjasniti princip rada novoga instrumenta. Pisac je na početku rasprave najavio da će obraditi samo dvije teme, a prva će biti »čudesni učinci« koji nastaju »umetnućem stakala ili kristala različita lika, što ih zovemo progledalima (o kojoj stvari nisam dosad ni čuo ni vidio da je itko raspravljao)«. ⁴⁰ Uz to, u zaključku poglavlja o konstrukciji i uporabi »optičkog instrumenta za motrenje posve udaljenih predmeta« s naglašenom je samosviješću napisao: »Kako sam mogao, prvi sam razbio ovaj led, utirući put drugima ili im ga bar otvarajući da bi o istom predmetu raspravljali i potpunije i jasnije.« ⁴¹

Kako treba shvatiti de Dominisov izričaj da je on »prvi razbio ovaj led«, izričaj kojim je očito upućivao na vlastiti izvorni prinos teoriji dalekozora? Zar nije potkraj kolovoza 1609. Galilei u Veneciji upoznao javnost s otkrićem dalekozora, a nalazima svojih motrenja u prosincu 1609. i siječnju 1610. označio prekretnicu u astronomiji? Zar nije 12. ožujka 1610, godinu i pol dana prije objavljivanja de Dominisove rasprave *De radiis*, Galilei objavio svoj glasoviti spis *Sidereus nuncius*, koji pri početku sadržava tri stranice o dalekozoru? ⁴² Pogled u imprimature Galileieva i de Dominisova spisa otkriva da je de Dominis s pravom mogao napisati da je »prvi razbio led«. Štoviše, ta dopuštenja za tisak, umrežena s drugim danas nam dostupnim podacima, omogućuju da se ustanovi uzbudljiva kronologija zbivanja tijekom 1609. i 1610. godine, kad su dvojica »matematičara i filozofa« istodobno, neovisno, s različitim pristupima, a prvi, pisali kraće tekstove o dalekozoru.

³⁹ De Dominis, *De radiis*, na naslovnici: »In quo inter alia ostenditur ratio Instrumenti cuiusdam ad clarè videndum, quae sunt valde remota excogitati.«

⁴⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 1: »solos illos effectus mirabiles quos in Visu, sive ex intellectu variae figurae Vitrorum seu Chrystallorum, quae perspicillia vocamus, (qua de re neminem adhuc aut vidi aut audivi disputasse), ... , experimur, assumpsi praecipue considerandos.«

⁴¹ De Dominis, *De radiis*, p. 43: »Ut enim potui primus hoc gelu perfregi aliis viam munens, aut saltem aperiens et plenius et planius de ipsis disserendi.«

⁴² Galileus Galileus, *Sidereus nuncius* (Venetiis: Apud Thomam Baglionum, 1610), ff. 6r–7r.

Dopuštenje da se de Dominisov rukopis *De radiis* može tiskati potpisalo je tročlano povjerenstvo mletačkoga Vijeća deseterice 27. siječnja 1610. (sl. 1),⁴³ a Galileiev rukopis *Sidereus nuncius* dobio je isto takvo dopuštenje 1. ožujka iste godine (sl. 2),⁴⁴ dakle 32 dana nakon imprimatura za de Dominisovu raspravu.

U uredu protiv blasfemije imprimaturi su službeno uvedeni u knjige nakon što je proteklo sedam dana: za de Dominisovu knjigu 3. veljače (sl. 1), a za Galileievu 8. ožujka (sl. 2).

G Li Eccellentiss. Signori Capi dell'Eccelso Conf. di X. infra scritti, hauuta fede dalli Sig. Reformatori del Studio di Padoua, per relatione ad essi fatta dalli duoi à ciò deputati, cioè, dal R. Padre Inquisitor. & dal circ. Secretario del Senato, Gio. Marauegia, come nel libro intitolato *De Radijs Visus & Lucis in Vitris Perspectiuis &c.* non si troua cosa contraria alla Santa Fede, à Principi, & buoni costumi, & è degno di Stampa, concedono licentia che sia Stampato.

Dat. Die xxvij. Ianuarij 1610.

D. Constantin Renier }
D. Zuanne Marcello } Capi dell'Eccel. Conf. di X.
D. Lorenzo Gabrieli }

Excellentiss. Consilij X. Secr.
Ioannes Bapt. Pad.

1610. adi 3. Febraro.

Registrato in libro à carte 69.

Io: Baptista Breatto Off.
contra Blasph.

Slika 1. Imprimatur za de Dominisovu optičku raspravu s nadnevkom 27. siječnja 1610. Marcus Antonius de Dominis, *De radiis visus et lucis in vitris perspectiuis et iride tractatus* (Venetijs: Apud Thomam Baglionum, 1611), f. a4v.

⁴³ De Dominis, *De radiis*, f. a4v.

⁴⁴ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 4v.

Gli Eccellentissimi Signori Capi dell' Ecc. Conf. de' X. infraſcritti, hauuia fede dalli Sig. Riformatori del Studio di Padona per relatione delli due à queſto deputati, cioè dal Reuer. P. Inquiſitor, & dal Circ. Secretario del Senato Gio. Marauiglia, con giuramento, come nel libro Intitolato **SYDEREVS NVNCIVS**, &c. di D. Galileo Galilei non ſi troua alcuna coſa contraria alla Santa Fede Cattolica, Prencipi, & buoni coſtumi, & che è degno di Stampa, concedono licenza, che poſſi eſſer ſtampato in queſta Città.

Datum Die primo Martij 1610.

D. M. Ant. Valareſſo

D. Nicolò Bon

D. Lunardo Marcello

} Capi dell' Ecc. Conf. de' X.

Illuſtriſſimi Conſilij X. Secretarius
Bartholomeus Cominus.

1610. adi 8. Marzo. Regiſt. in libro à carte 39.

Ioan. Baptiſta Breatto off.
Con. Blaſph. Coad.

Slika 2. Imprimatur za znamenito Galilejevo astronomsko izvješće s nadnevkom 1. ožujka 1610. Galileus Galileus, *Sidereus nuncius* (Venetiis: Apud Thomam Baglionum, 1610), f. 4v.

I de Dominis i Galilei predali su rukopise istom mletačkom izdavaču Tommasu Baglioniju. Dok je Galilejev rukopis izašao iz tiska već 12. ožujka 1610,⁴⁵ de Dominisov rukopis objavljen je s velikim zakašnjenjem od najmanje 20 mjeseci u odnosu na završetak cenzorskog postupka, najranije u listopadu 1611, kako se može zaključiti prema nadnevku Bartolijeve posvete.⁴⁶ Koji su sve razlozi doprinijeli takvu kašnjenju – nije se dosad uspjelo sa sigurnošću ustanoviti. Jedan nam je važan razlog, de Dominisovu potragu za tekstu primjerenim crtežima, otkrio Sarpi. Stajala iza kašnjenja odluka izda-

⁴⁵ Vidi Drake, *Galileo at work*, pp. 157–158.

⁴⁶ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a4r: »Venetijs die primo Octobris 1611.«

vača ili čak samoga pisca, s protjecanjem vremena otvoreno je dodatno pitanje: je li de Dominis nakon imprimatura mijenjao tekst, dapače je li ga mijenjao zato što je čitao Galileia?⁴⁷

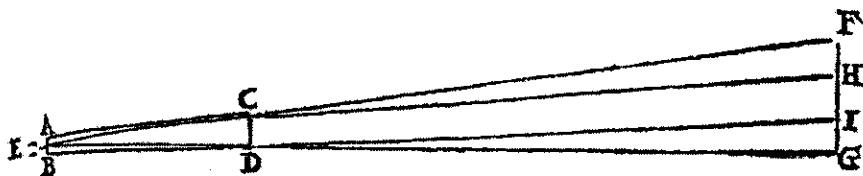
Da je takvo što uradio, Rabljanin i njegov izdavač bili bi dužni rukopis ponovno podvrgnuti mletačkoj cenzuri, a to se nije dogodilo. Pa ipak, vrijedi proučiti je li de Dominis naknadno »prokrijumčario« nekoliko rečenica u tekst svoje rasprave. Da se htio osvrnuti na *Sidereus nuncius*, to bi najprije bio učinio ondje gdje je Galileiu, doduše neizravno, uputio dva prigovora. Optativ »O da su oni koji su prvi pokazali taj instrument izložili s njim i dokaze!« mogao je Rabljanin s jednakim pravom napisati i prije i nakon čitanja Galileieva glasovita djelca. Jer Galilei teoriju dalekozora nije izložio ni prilikom predstavljanja novoga instrumenta mletačkim vlastima, ni u tiskanom djelu. *Sidereus nuncius* sadržavao je samo najavu: »U drugoj ćemo prigodi objelodaniti potpunu teoriju ovoga instrumenta.«⁴⁸ Čitatelj Galileieva djelca mogao je pročitati kako je sastavljen znameniti dalekozor koji je poslužio prvim astronomskim motrenjima: »prvo sam pripremio olovnu cijev i njezine krajeve opremio dvama staklenim progledalima; oba su s jedne strane bila ravna, a s druge strane jedno je bilo sferno ispupčeno a drugo udubljeno; primičući oko udubljenom progledalu motrio sam predmete dostatno velike i bliske; izgledali su tri puta bliži i devet puta veći nego dok ih se promatralo samo prirodnim vidom.«⁴⁹ Nažalost, u Galileievoj knjižici nije objavljen crtež instrumenta, na kojem bi zainteresirani znanstvenik mogao vidjeti plankonkavni okular i plankonveksni objektiv. Jedini likovni prikaz svoga dalekozora objavio je Galilei tumačeći metodu za mjerenje udaljenosti među zvijezdama, a na tom su crtežu i okular i objektiv prikazani shematski – dužinama, a ne u svojoj izvornoj izvedbi (sl. 3). Očito, konstruktor nije htio objaviti osnovne parametre nijedne od svojih sprava, a izlaganje o teoriji instrumenta

⁴⁷ Usp. primjerice: Zdravko Faj, »O fizikalnim raspravama M. A. Dominisa i mišljenju nekih istaknutih fizičara o njima«, p. 359: »... i sam Dominis priznaje da je pri tiskanju raspravu dopunjavao, osobito u vezi s dalekozorom. Iako je Dominisova rasprava odobrena od cenzure već 27. siječnja 1610. godine, imao je prije tiskanja dosta vremena za popravljajanja i dodavanja jer je datum Bartolusove posvete tek 1. listopada 1611. god.« Gdje bi se moglo pročitati to de Dominisovo »priznanje« – Faj nije naveo!

⁴⁸ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 7r: »per aliam enim occasionem absolutam huius Organi theoriam in medium proferemus.« Usp. komentar uz ovu Galileievu rečenicu na CD-ROM-u: Galileo Galilei, *Sidereus Nuncius*, 1610 edition, commentary by Albert Van Helden (Octavo Digital Rare Books, 1998): »Galileo never published such a theory.«

⁴⁹ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 6r: »ac tubum primò plumbeum mihi paravi, in cuius extremitatibus vitrea duo Perspicilla, ambo ex altera parte plana, ex altera verò unum sphaericè convexum, alterum verò cavum aptavi; oculum deindè ad cavum admovens obiecta satis magna, et propinqua intuitus sum; triplo enim viciniore, nonuplo verò maiora apparebant, quam dum sola naturali acie spectarentur.«

ostavio je za drugu priliku. Usmjeren teorijski, de Dominis se, da je intervenirao u tekst, ne bi zaustavio na jednom optativu.



- E oko
 ABCD cijev dalekozora
 AB konkavni okular
 CD konveksni objektiv
 EH:HI omjer za ustanovljenje udaljenosti između zvijezda F i G, izražene u minutama

Slika 3. Galileieva metoda za mjerenje udaljenosti među zvijezdama. Prvi likovni prikaz Galileieva dalekozora. Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 7r.

I drugi bi de Dominisov prigovor, onaj o povećanju Galileieva dalekozora, glasio drukčije da ga je Rabljanin napisao ili redigirao pošto je pročitao *Sidereus nuncius*. Galilei je, naime, prvi put povećanje spomenuo uz opažanje Mjeseca dalekozorom: »da promjer istoga Mjeseca izgleda gotovo trideset puta veći, površina devetsto puta veća, cijelo pak tijelo vrlo blizu 27.000 puta veće nego kad se gleda samo golim okom.«⁵⁰ Drugi put, kad je opisao motrenja sa svojim prvim dalekozorom: »predmeti su izgledali tri puta bliži i devet puta veći nego dok ih se promatralo samo naravnim vidom.«⁵¹ Treći put, kad je zabilježio da je ne štedeći troška uspio izgraditi takav instrument »da su predmeti gledani preko njega izgledali otprilike tisuću puta veći i više od trideset puta bliži nego kad bi ih se gledalo samo prirodnom sposobnošću.«⁵² Napokon, četvrti put, kad je astronome unprijed opomenuo da im dalekozor mora predmete »povećati bar 400 puta i približiti ih 20 puta« ako žele provjeriti njegove opažaje.⁵³ Ako se de Do-

⁵⁰ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 5v: »adeò ut eiusdem Lunae diameter vicibus quasi terdenis [= tercenis], superficies verò nonigentis, solidum autem corpus vicibus proximè viginti septem millibus maius appareat, quam dum libera tantum acie spectatur.«

⁵¹ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 6r: »[objecta] triplo enim viciniora, nonuplo verò maiora apparebant, quam dum sola naturali acie spectarentur.«

⁵² Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 6r: »ut res per ipsum visae millies ferè maiores appareant, ac plusquam in terdecupla ratione viciniore, quam si naturali tantum facultate spectentur.«

⁵³ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 6v: »eademque [objecta] ad minus secundum quatercentuplam rationem multiplicet; tunc enim illa bisdecuplo viciniora commonstrabit;«.

minis nije htio izjasniti o tome da »neki« (čitaj: Galilei) uspijevaju postići povećanje 20, kako bi tek bio postupio prema tekstu u kojem je na jednom mjestu zabilježeno povećanje »gotovo trideset puta«, a na drugom bliskom mjestu povećanje »više od trideset puta«? Bi li ustrajao u šutnji? Logično je pretpostaviti da bi na dotičnom mjestu bar napisao: »neki su tvrdili da ono što se može vidjeti izgleda više od trideset puta povećanim.« Tako poredbe na tekstualna analiza početnih stranica glasovitog Galileieva djela i odlomaka u kojima de Dominis neizravno prigovara Galileiu upućuje na zaključak da de Dominis u rukopis svoje rasprave nije unio naknadne izmjene i dopune prouzročene čitanjem Galileia.

Drukčije je postupio urednik de Dominisove rasprave Giovanni Bartoli u posveti izdanja s nadnevkom »1. listopada 1611«. Da bi bar ublažio nepovoljne učinke zbog velikog kašnjenja pri tiskanju de Dominisova djela, u posvetu je uključio podatak da je Galilei »u Veneciji upravo objavio«⁵⁴ tekst o dalekozoru, ne spomenuvši izrijeком njegov naslov *Sidereus nuncius*. »Upravo« – to je moglo značiti isključivo »u ožujku 1610«, a odatle slijedi da je prvotnu inačicu posvete Bartoli ili mijenjao u više prigoda ili najranije napisao nakon tiskanja Galileieva djela. Galileia je urednik spretno spomenuo ondje gdje je prikazao kako su padovanske bilješke mladoga magistra de Dominisa prerasle u optičku raspravu. O tome da je Galilei tiskao *Sidereus nuncius* i da je njegovo izvješće o astronomskim otkrićima odmah naišlo na neočekivano jako protivljenje u Veneciji Bartoli je mnoge pojedinosti doznao već po službenoj dužnosti – kao toskanski ambasador u Veneciji. Očito je bio dužan prikupiti podatke o djelu u kojem je Galilei, firentinski plemić, u čast toskanskog nadvojvode Jupiterove mjesece nazvao »Medicijevim zvijezdama« (*Medicea sidera*), i to baš na naslovnici svoga djela. Četrnaest dana nakon što je *Sidereus* izašao iz tiska Bartoli je obavijestio Belisarija Vintu, tajnika Cosima Medicija, da Galileia ismijavaju zbog tvrdnji o otkrićima novih nebeskih tijela, čak govore kako je lažnim otkrićima prevario vlast.⁵⁵ Sam pak Bartoli, opravdano je pretpostaviti, zbog svoje suradnje s de Dominisom i na temelju de Dominisova rukopisa nije posumnjao u moć dalekozora. Za njega je, bar u listopadu 1611, ako ne i ranije, Galilei bio »vrsni matematičar« (*insignus Mathematicus*).⁵⁶

U posveti je Bartoli odolio kušnji da de Dominisa uplete u »priču« o otkriću dalekozora, kao što je, uostalom, u samoj raspravi postupio i pisac. Tko je otkrio dalekozor – uredniku de Dominisove rasprave moglo je biti

⁵⁴ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a2v: »et Venetiis potissimum publicatum.«

⁵⁵ Usp. Drake, *Galileo at work*, p. 158.

⁵⁶ Bartolijeva posveta u: de Dominis, *De radiis*, f. a2v.

poznato iz dvaju vrela: sa stranica Galileieva tiskanog izvješća, gdje piše da je spravu izradio »stanoviti Nizozemac«,⁵⁷ i u inačici zlih akademskih jezika da se Galilei samo okitio tuđim perjem. Zabunu je, ne samo kod Bartolija, moglo izazvati to što je Galilei u istom spisu dvaput spomenuo instrument koji je on otkrio, odnosno izmislio, što se, dakako, moglo dvojako shvatiti: da je on otkrio dalekozor ili da je on izgradio dotični primjerak sprave kojom je motrio nebo.⁵⁸

De Dominis je poglavlje o dalekozoru započeo izričajem o instrumentu, »koji je nedavno, čini se, izumljen ili bar, osobito u Italiji, objavljen.«⁵⁹ Glas o Nizozemcu dospio je i do njega kad je u svoju rečenicu uključio ogradu »osobito u Italiji«. On je bio oprezniji od svog urednika, kojemu je prigovoreno da je otkriće dalekozora pripisao Galileiu.⁶⁰ Da je de Dominis spomenuo »stanovitoga Nizozemca«, bilo bi nužno zaključiti da je čitao Galileievo djelo i iz njega preuzeo podatak o prvom konstruktoru dalekozora. Ovako, i ta pojedinost upućuje na to da de Dominis nije intervenirao u vlastiti tekst nakon izdavanja imprimatura. Uz to je pisac posvjedočio da je u Galileievu dalekozoru »odmah prepoznao učinak dvaju stakala.«⁶¹ Odranije je, na temelju svojih optičkih istraživanja, de Dominis poznao učinak povećanja koji proizvodi sustav dviju leća, ali dalekozor on nije ni prvi izgradio ni prvi primijenio u astronomske svrhe.

Na još jednom istaknutom mjestu, u prvom poglavlju knjige, de Dominis je upozorio čitatelja na to da je dio o lećama i dalekozoru napisao prije nego je mogao čitati *Sidereus nuncius*, k tomu bez oslonca na bilo koji raniji optički rad o lećama: »nisam dosad ni čuo ni vidio da je itko raspravljao«⁶² o lećama. Dapače, ta je formulacija zadržana u rukopisu premda je u međuvremenu objavljen Galileiev *Sidereus nuncius*. Treba još jednom zaključiti: nakon imprimatura de Dominisov rukopis nije pretrpio izmjene ni na mjes-

⁵⁷ Galileus, *Sidereus nuncius*, f. 6r: »Mensibus abhinc decem ferè rumor ad aures nostras increpuit, fuisse à quodam Belga Perspicillum elaboratum, ...«

⁵⁸ Galileus, *Sidereus nuncius*, izričaj u naslovu na naslovnici, ne i u naslovu na početku teksta: »..., quae à Galileo Galileo patritio Florentino Patavini Gymnasii Publico Mathematico perspicilli nuper à se reperti beneficio sunt observata ...«; rečenica u tekstu na f. 5v: »Quae omnia ope Perspicilli à me excogitati divina prius illuminante gratia, paucis abhinc diebus reperta, atque observata fuerunt.« Naglašavanje kurzivom je moje.

⁵⁹ De Dominis, *De radiis*, p. 37: »... in conficiendo instrumento illo quod nuper videtur inventum, aut saltem praesertim in Italia, publicatum.« Navedeno s izvornom interpunkcijom!

⁶⁰ Albert Van Helden, *The invention of the telescope* (Philadelphia: American Philosophical Society, 1977), p. 5.

⁶¹ De Dominis, *De radiis*, p. 38: »effectum duorum vitrorum apertè cognovi«.

⁶² De Dominis, *De radiis*, p. 1: »(qua de re [= de perspicilliis] neminem adhuc aut vidi aut audivi disputasse)«

tima gdje bi se to najprije moglo očekivati. Tu de Dominisovu izjavu o vrelima valja protegnuti i na ostala izdanja gdje je riječ o lećama, napose o kombinacijama leća. Prije svih to su bila ova tri: *Homocentrica* Girolama Fracastora, *Magia naturalis* Giambattiste della Porte i *Paralipomena ad Vitellionem* Johanna Keplera.⁶³

Na kraju poglavlja o dalekozoru splitski je nadbiskup onodobnim i kasnijim čitateljima i proučavateljima svoje rasprave uputio jasnu poruku o tomu u kojim je okolnostima napisao *De radiis* i u kojem povijesnom kontekstu treba prosuđivati njegov prinos teoriji dalekozora: »prvi sam razbio ovaj led, utirući put drugima ili im ga bar otvarajući da bi o istom predmetu raspravljali i potpunije i jasnije.« Prema tomu, de Dominisove metode i zaključke u *De radiis* valja prosuđivati prema stanju istraživanja na kraju 1609. imajući na umu da je de Dominis predajući rukopis na cenzuru tek mogao slutiti, ne i znati, što će sadržavati Galilejev spis o dalekozoru i čime će se odlikovati Galilejev pristup – primjenom dalekozora u astronomskim motrenjima, a ne prinosima teoriji i konstrukciji instrumenta. De Dominisova se izjava podjednako odnosi i na Keplera. Potaknut Galilejevom primjenom dalekozora u astronomske svrhe, Kepler je tijekom 1610. napisao dva djela: 19. travnja 1610. potpisao je posvetu uz prosudbu Galilejeva djela *Dissertatio cum Nuncio Sidereo*, a tijekom kolovoza i rujna iste godine napisao je *Dioptrice* po uzoru na Euklidovu metodu (*definitio, axioma, postulat, propositio, porisma, problema*).⁶⁴ Dok je *Dissertatio* objavljena, kako je već istaknuto, već u svibnju 1610, pouzdane vijesti da se Keplerovo sustavno optičko djelo nalazi u tisku potječu iz srpnja 1611.⁶⁵ De Dominisova optička rasprava

⁶³ Hieronymus Fracastorius Veronensis, »Homocentrica«, u: *Opera omnia*, in unum proxime post illius mortem collecta (Venetiis: Apud haeredes Lucaeantonii Iuntae, 1555), ff. 1–65, o kombinaciji dviju leća na f. 18r; Ioannes Baptista Porta, *Magiae naturalis libri XX*. (Neapoli: Apud Horatium Salvianum, 1589), o uporabi kombinacije konveksne i konkavne leće da bi se jasno vidjeli udaljeni predmeti na p. 269; Ioannes Kepler, *Ad Vitellionem paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur*. (Francofurti: Apud Claudium Marnium & Haeredes Ioannis Aubrii, 1604), shema kombinacije konkavne i konveksne leće na f. 202. Usp. Van Helden, *The invention of the telescope*, u prilogu »Documents« o Fracastoru, della Porti i Kepleru na pp. 28, 34–35; Faj, »O fizikalnim raspravama M. A. Dominisa«, o Keplerovim optičkim dostignućima koja de Dominis nije poznao na p. 360.

⁶⁴ Ioannes Kepler, *Dioptrice seu demonstratio eorum que visui et visibilibus propter conspicienda non ita pridem inventa accidunt*. (Augustae Vindelicorum: Typis Davidis Franci, 1611). Vidi kritičko izdanje: Ioannes Kepler, »Dioptrice«, herausgegeben von Franz Hammer, pp. 327–414, u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, herausgegeben von Walther von Dyck und Max Caspar, Band IV (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung, 1941). O vremenu nastanka Keplerovih djela vidi: Franz Hammer, »Nachbericht«, u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, Band IV (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung, 1941), pp. 415–485, na p. 450 i 462.

⁶⁵ Hammer, »Nachbericht«, p. 472.

po vremenu nastanka, ne i po vremenu objavljivanja, prethodi tim dvama Keplerovim djelima, od kojih *Dioptrice* resi teorijski pristup istraživanju leća i njihovih sustava. Istodobno, *De radiis* prethodi očitovanjima one zajednice koja je oblikovala de Dominisov prirodnoznanstveni i prirodnofilozofski lik, prethodi dakle pisanim tragovima najuglednijih isusovačkih astronoma Claviusa i Scheinera. S tih razloga imprimatur s nadnevkom 27. siječnja 1610. postaje ključnim i trajnim znakom podsjećanja na to da je rukopis de Dominisove rasprave *De radiis*, dovršen na početku nove epohe u optičkim i astronomskim istraživanjima, sadržavao znanstveni prinos teoriji dalekozora, od prinosā nastalih nakon 25. kolovoza 1609. zacijelo najranije napisani.

Ustroj de Dominisove rasprave

Pred čitateljem se tako našla rasprava razdijeljena u 18 poglavlja, a umjesto kazala⁶⁶ čitatelju je obavijest o sadržaju djela ponudilo prvo poglavlje. Premda to tako u izdanju nije označeno, de Dominisova rasprava sastoji se od tri dijela:

1. Geometrijski i fizikalni temelji optike;
2. Teorija optičkih leća i dalekozora s uvodom o nastanku vida;
3. Tumačenje duge.

Kasnorenesansnoga čitatelja de Dominisove rasprave ti su tematski slojevi mogli podsjetiti na ustroj della Portina djela *De refractione* (1593), koje je de Dominis mogao imati u rukama kad je predavao prirodnu filozofiju u Brescii. Napolitanac je svoju optičku sintezu razdijelio u devet knjiga. Dok je prva i druga raspravljala o lomu, treća o anatomiji oka, četvrta i peta o vidu, osma je izlagala o lećama (*de specillis*), a deveta o bojama na temelju loma, a među proučavanim pojavama najprije o dugi. Vrijedilo bi istražiti da li se osim strukturalne sličnosti u tim djelima pojavljuju ista ili srodna gledišta o optičkim pitanjima.⁶⁷

Geometrijski i fizikalni temelji optike

»Prvi« je dio de Dominisove rasprave najkraći i obuhvaća tri poglavlja, od drugog do četvrtog. U njemu je de Dominis nastojao okupiti sve tvrdnje

⁶⁶ Vidi Prilog 1 »Kazalo de Dominisove rasprave *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et inde tractatus* (1611)« uz ovaj članak.

⁶⁷ To je pitanje ostavio otvorenim: Ziggelaar, »Das Gymnasium der Jesuiten in Padua um 1590 in Verbindung mit dem Buche von Marcantonio de Dominis 'De radiis visus et lucis', 1611«, p. 260. Otvorenim ga ostavljam i ja jer *De refractione*, iznimno rijetku knjigu, nisam uspio ogledati.

na koje će se kasnije pozvati izlažući dvije glavne teme koje su istaknute u naslovu rasprave – o lećama i o dugi.⁶⁸ Pritom je osnovnim tvrdnjama geometrijske i fizikalne optike, bilo da ih je preuzeo od drugih ili sam dokučio umovanjem i/ili pokusima, pridijevao dva različita statusa: pretpostavke (*suppositiones*) i stavci (*propositiones*).

U području geometrije de Dominis se očekivano, ali rijetko pozivao na Euklidove *Elemente*.⁶⁹ Njih je, gotovo je sigurno, upoznao u izvrsnom Claviusovu izdanju, prvom iz 1574. ili drugom koje je objavljeno za trajanja kratke de Dominisove matematičke profesure.⁷⁰ Kao mladi isusovački profesor matematike Rabljanin je prirodno bio upućen na svoga redovničkoga subrata, a znamenitoga profesora matematike u Rimskom kolegiju, koji je u središnjem učilištu isusovačkoga reda predavao s prekidima od 1576. do 1595.⁷¹ Uz to, *compendium mathematicum* Christophora Claviusa bilo je jedino djelo živućega autora koje je bilo propisano u isusovačkom nastavnom programu iz matematike u *Ratio studiorum* već od prve inačice iz 1586.⁷²

U području optike oslonio se na Pseudo-Euklidovu *Katoptriku* i, osobito često, na Witelovu *Optiku*. Čak mu je dvadeset stavaka iz druge, treće, pete i desete knjige Witelove *Optike* poslužilo kad je za svoju točno određenu svrhu priredio temelje geometrijske optike. Tek iznimno upućivao je na vlastite optičke pokuse. Jedini je put tako postupio u sedmoj propoziciji četvrtoga poglavlja.

Svoja optička polazišta de Dominis nije strukturirao onako kako je mogao naučiti iz svojih omiljenih vrela Euklida i Witela, koji uvijek jasno luče

⁶⁸ Vidi Prilog 2 »Popis de Dominisovih uputnica na vlastite pretpostavke i stavke u raspravi *De radiis* (1611)« uz ovaj članak!

⁶⁹ Vidi Prilog 3 »Izvori Marka Antuna de Dominisa u raspravi *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* (1611)« uz ovaj članak!

⁷⁰ *Euclidis Elementorum libri XV. Accessit XVI. de solidorum regularium comparatione*. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholiis illustrati. Auctore Christophoro Clavio (Romae: Apud Vicentium Accoltum, 1574); *Euclidis Elementorum libri XV. Accessit XVI. de solidorum regularium cuiuslibet intra quodlibet comparatione*. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholiis illustrati nunc iterum editi, ac multarum rerum accessione locupletati. Auctore Christophoro Clavio Bambergensi è Societate Iesu (Romae: Apud Bartholomaeum Grossium, 1589).

⁷¹ Usp. Riccardo G. Villoslada, *Storia del Collegio Romano dal suo inizio (1551) alla soppressione della Compagnia di Gesù (1773)* (Romae: Apud aedes Universitatis Gregorianae, 1954), napose poglavlje »Galileo e il P. Clavio«, pp. 194–196, i popis profesora matematike u Rimskom kolegiju na p. 335.

⁷² *Ratio atque institutio studiorum Societatis Iesu (1586 1591 1599)*, nova editio penitus retractata, edidit Ladislaus Lukács, Monumenta paedagogica Societatis Iesu V (Romae: Institutum historicum Societatis Iesu, 1986), pp. 109–110, 177 i 236. Priređivač izdanja pod izričajem *compendium mathematicum* razumijeva Claviusovo djelo *Epitome arithmeticae practicae* (Romae, 1583), a da za takav zaključak ne navodi dokaze.

izriječ od dokaza poučka. Njegove »pretpostavke« (*suppositiones*) obilježava izrazito neujednačen ustroj. To podjednako vrijedi za matematičke i fizičke, kako ih de Dominis naziva i dijeli, a da to ne tumači. Ponekad su izriječ i obrazloženje stopljeni u jednu oveću rečenicu, primjerice u petoj pretpostavci drugog poglavlja, gdje je riječ o zakonu pravocrtnoga širenja svjetlosti:

»5. Sve zrake, kako svjetlosti tako i boja, kroz isto se prozirno sredstvo protežu po pravcima, jer priroda uvijek djeluje po najkraćem putu, koji je pravac.«⁷³

Iznimno se izriječ pretpostavke izravno preuzima iz nekog vrela bez ikakva obrazloženja, kao što je to slučaj sa šestom pretpostavkom drugog poglavlja, u kojoj se de Dominis poziva na jedan Witelov teorem, ali ne na njegov izriječ, nego na stav iz dokaznog postupka:

»6. To izravno djelovanje svjetlosti i boja mnogo je jače od lomljenog ili odbijenog. 47. stavak 2. knjige Witelove *Optike*.«⁷⁴

Događa se da se pod jednim brojem izlaže nekoliko tvrdnja, a ne samo jedna, premda se može domisliti zajednički naziv koji se odnosi na sve tvrdnje pod istim brojem. Tako je u jedanaestoj pretpostavci drugog poglavlja, koja bi se mogla nasloviti »zakon loma ovisno o obliku tijela«, a gdje se izlažu najmanje tri tvrdnje, prvo o lomu zraka kroz tanku ploču, potom o lomu zraka kroz plankonkavnu leću, napokon o lomu zraka kroz plankonveksnu leću.⁷⁵ Slična obilježja prate fizičke i matematičke »stavke« (*propositiones*).

Među polazištima koja je de Dominis odabrao uz točne tvrdnje stoje i netočne, uz točna obrazloženja i netočna, uz dosljedne primjene zauzetih stajališta i nedosljedne. Kako je de Dominis razumijevao osnove optike – najprikladnije je rastumačiti na istaknutim primjerima.

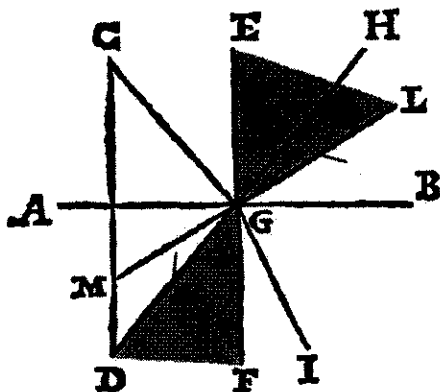
Primjer točnog kvalitativnog zaključka, ključnog za sve kasnije Rabljani-nove zaključke, nalazi se u desetoj točki drugog poglavlja, gdje de Dominis izriče tvrdnju o lomu svjetlosne zrake na ravnoj granici između dvaju prozir-nih sredstava (sl. 4): »I doista, kutovi loma ili prijeloma nisu jednaki kuto-vima upada, kako biva pri odbijanjima, nego su različiti i nestalni, ovisni o većoj ili manjoj rjetkoći ili gustoći sredstava. Posve je pak sigurno to da pri jednoliku prijelazu iz rjeđega u gušće sredstvo, kakav je prijelaz iz zraka u vodu, upadna zraka LG s okomicom EG čini kut upada LGE, koji je uvijek

⁷³ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 2, n. 5: »Radii omnes tam lucis quam colorum secundum rectas lineas protenduntur per idem medium diaphanum, quia natura agit semper per viam brevissimam, quae est recta linea.«

⁷⁴ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 2, n. 6: »Actio haec lucis, et colorum directa, est longè fortior quam sit fracta vel reflexa. Vitello 47. proposit. lib. 2. Opticae.«

⁷⁵ De Dominis, *De radiis*, cap. II., pp. 5–6, n. 11.

veći nego što je kut loma DGF, koji zatvara lomljena zraka GD s istom okomicom GF ...»⁷⁶



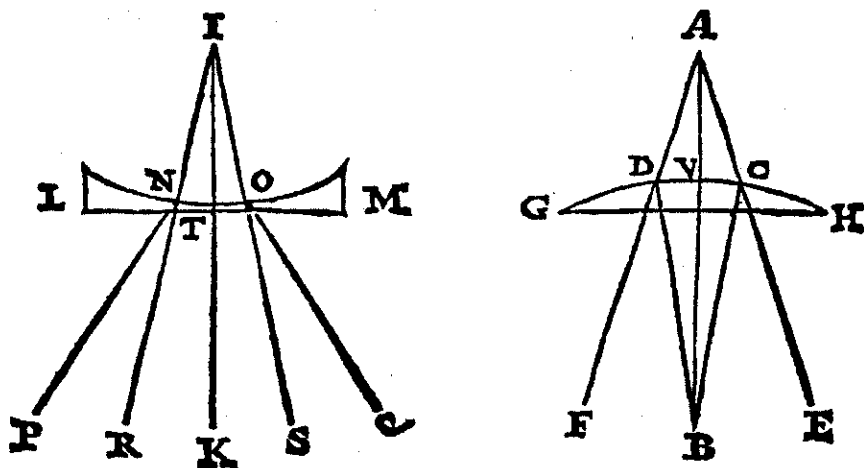
Slika 4. Lom svjetlosne zrake na ravnoj plohi pri prijelazu iz rjeđeg u gušće sredstvo: zraka se lomi prema okomici. Preuzeto iz Witelove *Optike*. De Dominis, *De radiis*, u 10. pretpostavci drugog poglavlja, p. 4.

Već u jedanaestoj točki istoga poglavlja de Dominis je napustio točno obrazloženje loma pri prijelazu zrake iz jednog u drugo prozirno sredstvo, i to čim je počeo promatrati lom na zakrivljenoj plohi između dvaju sredstava: na optičkim staklima »lom zrakā nastaje slično, ne doduše zbog općeg razloga što se sredstvo mijenja po rjetkoći ili gustoći, nego zbog samog oblika takvog tijela i zbog nejednolikosti i nejednakosti njegove debljine, ...»⁷⁷ Nedosljednost zbog uvođenja »novoga« uzroka de Dominis ovoga puta nije teško platilo. Oslonivši se na pokuse s lećama, u kvalitativnom smislu točno je opisao lom zrakā na plankonvexnoj i plankonkavnoj leći (sl. 5), iako je ustrajao u tvrdnji da je razlog takvu lomu zakrivljenost (*curvitas*) plohe između dvaju sredstava.⁷⁸

⁷⁶ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 4, n. 10: »Et sanè anguli fractionis, seu refractionis non sunt aequales angulis incidentiae, ut fit in reflexionibus, sed sunt varii et incerti, pro maiori aut minori raritate et densitate mediorum. Illud tamen plane constat ubi fit transitus à rariori in densius uniforme, ut ab aere in aquam, radium quidem incidentiae LG. respectu perpendicularis EG. facere angulum incidentiae LGE. semper maiorem quam sit angulus refractionis DGF qui fiat à radio fracto GD. cum perpendiculari GF. ...«

⁷⁷ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 5, n. 11: »Si tamen tale corpus sit difforme, et difformis crassitiei, etiam si sit exiguum, ut sunt Vitra perspectiva quae vocantur specilla, seu perspicilla, fiet similiter fractio radiorum, non quidem ex ratione communi, quia variantur medium in raritate et densitate, sed ex sola figura talis corporis, et difformitate ac inaequalitate crassitiei, ...«

⁷⁸ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 6, n. 11: »curvitas enim illa plurimum iuvat fractiones; et quod natura vitri non potest, potest tamen figura.«



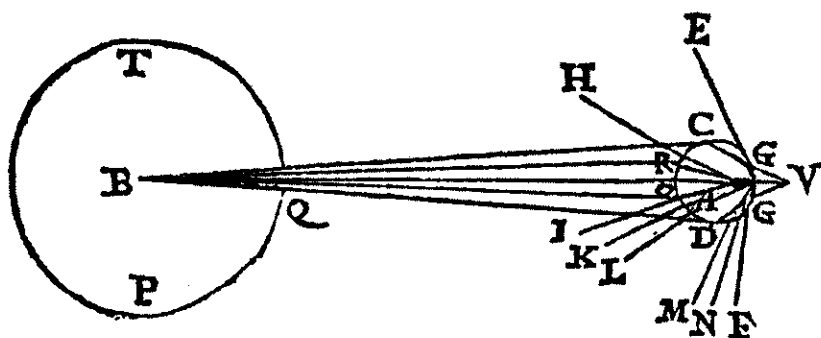
Slika 5. Lom svjetlosnih zraka na plankonveksnoj leći GH s ucrtanim realnim žarištem B. Lom svjetlosnih zraka na plankonkavnoj leći LM. Potvrđeno pokusima. De Dominis, *De radiis*, u 11. pretpostavci drugog poglavlja, p. 6.

Primjer netočnog kvalitativnog zaključka, srećom bez posljedica u daljnjem tekstu, tvrdnja je kojom započinje jedanaesta točka drugog poglavlja: nema loma zrakā na tankoj planparalelnoj ploči! Ta tvrdnja u de Dominisovu kasnorenesansnom izričaju glasi: »Taj lom ili prijelom zrakā ne zbiva se ondje gdje se umetne prozirno sredstvo gušće ili rjeđe od ostaloga sredstva, ako je umetnuto tijelo male kolikoće i jednake debljine, kao što je malo vode kojoj je visina jedan palac ili otprilike toliko.«⁷⁹

Primjer nejasnog kvalitativnog zaključka sedma je među matematičkim propozicijama u četvrtom poglavlju, ključna za kasnije tumačenje duge, kako su to, svaki iz svoje perspektive, ocijenili Ruđer Bošković 1747. i R. E. Ockenden 1936.⁸⁰ U njoj se de Dominis ne poziva na svoje omiljene izvore Grka Euklida i Poljaka Witela, nego baš na svoje pokuse sa čašom (*phiala*) i staklenim kuglicama (*globuli vitrei*) ispunjenima vodom. Iako im ne opisuje tijek, prilaže crtež (sl. 6).

⁷⁹ De Dominis, *De radiis*, cap. II., p. 5, n. 11: »Fractio haec seu refractio radiorum non fit ubi interponitur corpus diaphanum densius aut rarius reliquo medio, si sit in pauca quantitate, et aequalis crassitie; ut in exigua aqua altitudinis unius digiti, vel circiter.«

⁸⁰ De Dominis, *De radiis*, u četvrtom poglavlju »Propositiones ex Mathematicis huc necessariae«, n. 7, pp. 13–14. De Dominisovu sedmu propoziciju u cijelosti su naveli: Josephus [sic!]



- B izvor
 CGGD staklena kuglica ispunjena vodom
 BC, BD zrake ulaznog snopa
 C, D točke kugline plohe u kojima se zrake BC, BD lome prema okomici, time i prema dnu GG kuglice
 GF, GN, GM zrake izlaznog snopa nakon prvog odbijanja
 GI, GK, GL zrake izlaznog snopa nakon drugog odbijanja

Slika 6. De Dominisov pokus sa staklenom kuglicom ispunjenom vodom. Od ulaznog snopa BC, BD nakon loma na konveksnom pročelju kuglice i odbijanja na njezinu dnu GG nastaju dva izlazna snopa GF, GN, GM i GI, GK, GL. De Dominis, *De radiis*, u 7. propoziciji četvrtog poglavlja, p. 14.

Poticaj za te pokuse, upozorio je Ziggelaar,⁸¹ mogao je de Dominis dobiti čitajući *De subtilitate* Girolama Cardana. Ziggelaarovo se naslućivanje može i osnažiti: dok se u ovoj »matematičkoj« propoziciji de Dominis nije pozvao na Cardana, u izlaganju vrsnijih nauka o dugi uputio je na četvrtu knjigu Cardanova djela,⁸² a upravo je u toj knjizi Milanez, tumačeći nastanak duginih boja, upozorio na to da od prizme izložene Sunčevim zrakama mogu na zidu nastati dugine boje pa pridodao: »i slično, izloži li se staklena posuda

Rogierius Boscovich, »Notae in iridem«, u: Carolus Noceti, *De iride et aurora boreali carmina* (Romae: Ex Typographia Palladis / Excudebant Nicolaus et Marcus Palearini, 1747), pp. 19–48, na pp. 41–42; R. E. Ockenden, »Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow«, *Isis* 26 (1936), pp. 40–49, na pp. 43–44. Na temelju toga navoda oni su kritički ispitali de Dominisovo tumačenje duge.

⁸¹ August Ziggelaar, »Die Erklärung des Regenbogens durch Marcantonio de Dominis, 1611: Zum Optikunterricht am Ende des 16. Jahrhunderts«, *Centaureus* 23 (1979), pp. 21–50, na p. 30; August Ziggelaar, »Das Gymnasium der Jesuiten in Padua um 1590 in Verbindung mit dem Buche von Marcantonio de Dominis *De radiis visus et lucis*, 1611«, p. 260.

⁸² De Dominis, *De radiis*, p. 45: »Cardanus lib.4. de subtilitate Colores ad Solis reflexionem reducit, ...« Cardana je, kad je riječ o nastanku boja u dugi, de Dominis još spomenuo i na pp. 48, 49 i 68. U tom je pitanju Cardano bio de Dominisov *adversarius*. Vidi osobito: De Dominis, *De radiis*, p. 68: »... non bene à Cardano negatur veritas colorum qui sunt in Iride;« Tumačeći kružni oblik duge Rabljanin se suprotstavio Cardanovoj pretpostavci da su oblaci udubljeni. Vidi p. 53. Cardanov je pak istomišljenik bio u zaključcima o tomu koliki se dio dugina luka, ovisno o motrištu, može opaziti. Vidi p. 66.

puna vode Suncu ili također jasnom svjetlu, mogu se opaziti iste [dugine boje].⁸³ Ipak, na temelju jedne rečenice ne bi valjalo prebrzo zaključiti da je Cardano sigurni ili jedini poticatelj de Dominisovih pokusa sa staklenom kuglom ispunjenom vodom. Za de Dominisa je postojao ugledniji izvor – Witelova *Optica*, na čijem je kraju mogao naći stavak: »Pod okruglom staklenom posudom, ispunjenom vodom, izloženom na sunce, opažaju se boje slične duginim bojama.«⁸⁴

Zbog čega treba zaključiti da je de Dominisov zaključak nejasan? Najprije, unutar sedme matematičke propozicije njegovo je gledište da se zraka ne odbija samo jednom na unutrašnjoj stijenci posude zabilježeno na četiri različita načina. Rabljanin polazi od toga da dno prozirnog okruglog tijela uzrokuje »različita odbijanja« svjetlosti (*varias reflexiones*), ali tako da se »obdržava zakon odbijanja od sfernog udubljenog [sredstva]« (*servata lege reflexionum ex sphoerico concavo*).⁸⁵ Takav zakon (*lex reflexionum*) propustio je prethodno uvrstiti među svoje matematičke pretpostavke. Sama pak tvrdnja da ga treba poštovati bila je točan putokaz, koji nažalost pisac u daljnjem tekstu nije vjerno slijedio.

Nakon što je uočio stanovitu »različitost« među odbijanjima svjetlosnih zraka, de Dominis odustaje od njezina dokazivanja: »Da se sad dokazima razjasni ta raznolikost, nije vrijedno truda. Dostatno je što sam u najjasnijim pokusima doznao da u posudi punoj vode i u staklenim kuglicama slično ispunjenima vodom, za koje sam se pobrinuo da se izrade samo radi toga učinka, na dnu G, izravno protupoloženom Suncu, ..., nastaju dvostruka odbijanja.«⁸⁶ Dakle, umjesto »različitih odbijanja« riječ je o »dvostrukim« (*duplices reflexiones*).

U razumijevanju dvostrukih odbijanja de Dominis ide i korak dalje (sl. 7) kad razlikuje izlazne zrake GF, GN, GM koje nastaju »u prvom odbi-

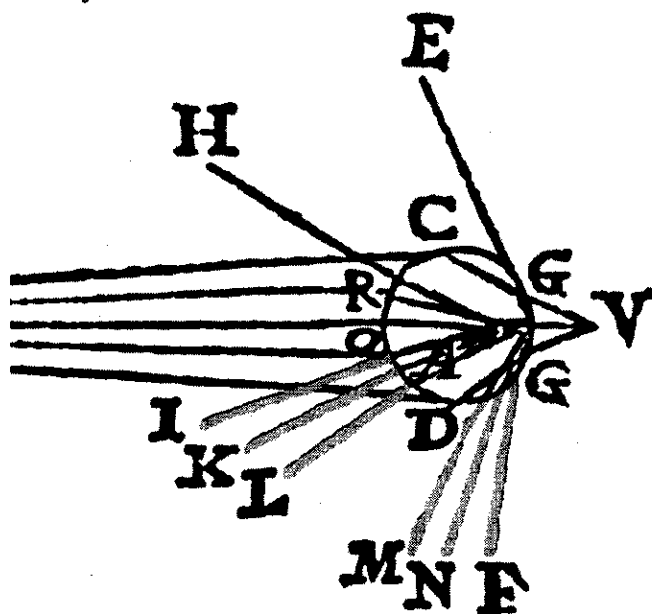
⁸³ Hieronymus Cardanus Mediolanensis, *De subtilitate libri XXI*. (Basileae: Per Sebastianum Henricpetri, 1582), o nastanku duginih boja u »Liber quartus de luce et lumine.«, pp. 113–143, na p. 122C: »et similiter, sub vase vitreo pleno aqua Soli, vel etiam lumini claro exposito, eodem [coloris iridis] conspiciere licet.« Usp. Ziggelaar, »Die Erklärung des Regenbogens durch Marcantonio de Dominis, 1611«, p. 30: »gläsernen Kugel voll Wasser, der Sonne oder auch hellem Lichte ausgesetzt«. Ipak, uz Ziggelaarov prijevod valja primijetiti: u Cardanovu latinskom izvorniku nije riječ o staklenim kuglama, nego o staklenoj posudi!

⁸⁴ Vitello, *Optica* (Basileae: Per Episcopios, 1572), l. 10, n. 84, p. 474: »Sub vase vitreo rotundo, pleno aqua, soli exposito: colores similes iridis coloribus videntur.«

⁸⁵ De Dominis, *De radiis*, p. 14: »Qui fundus G. varias facit huius lucis multiplicatae reflexiones, servata lege reflexionum ex sphoerico concavo;« Naglašavanje kurzivom je moje.

⁸⁶ De Dominis, *De radiis*, p. 14: »Quam varietatem nunc explicare demonstrationibus non est operae praetium: satis est me experimentis clarissimis comperisse, in phiala aqua plena, et globulis vitreis aqua similiter plenis à me ad hunc tantum effectum perfici curatis, ex fundo G. opposito soli directe, praeter refractionem quae fit in V., duplices fieri reflexiones;« Naglašavanje kurzivom je moje.

janju« (*in priore reflexione*) od zrakā GI, GK, GL koje nastaju »u drugom« (*in altera*).⁸⁷ Ali na tom zaključku o postojanju dvaju odbijanja ne gradi svoja daljnja tumačenja.



Slika 7. Dva izlazna snopa u de Dominisovu pokusu sa staklenom kuglicom ispunjenom vodom: uvećani detalj. Nejasno obrazloženje, manjkav crtež, točan rezultat. De Dominis, *De radiis*, u 7. propoziciji četvrtog poglavlja, p. 14.

K tomu, dvostruka se odbijanja ne zbivaju samo uzduž jednoga, povlašćenoga smjera nego nastaju »s nekom širinom«, a »ta širina djelomice potječe od lomova koji nastaju unutar kugle.«⁸⁸ Premda de Dominis spominje

⁸⁷ De Dominis, *De radiis*, l. c.: »alias [reflexiones] statim per latera versus F. et E. circulariter, alias verò versus solem prope perpendiculararem BA. ad partem anteriorem, versus H. et I. similiter circulariter; et non per unam solam lineam indivisibilem, sed per plures utrobique, cum aliqua latitudine, ut sunt in priori reflexione GF. GN. GM. in altera vero GI. GK. GL. ...« Naglašavanje kurzivom je moje.

⁸⁸ De Dominis, *De radiis*, l. c.: »alias statim per latera versus F. et E. circulariter, alias verò versus solem prope perpendiculararem BA. ad partem anteriorem, versus H. et I. similiter circulariter; et non per unam solam lineam indivisibilem, sed per plures utrobique, cum aliqua latitudine, ut sunt in priori reflexione GF. GN. GM. in altera vero GI. GK. GL. quae latitudo oritur partim ex refractionibus quae intra globum fiunt, cum aggregatione plurium radiorum; partim ex magna latitudine corporis luminosi PQT. ut paulo ante dicebamus.« Naglašavanje kurzivom je moje.

»lomove unutar kugle« (*refractiones intra globum*), to i u njegovu razumijevanju mogu biti samo odbijanja (*reflexiones*) na stijenci kugle, jer u pretpostavkama u drugom poglavlju poznaje samo one promjene smjera zrake koje su prouzročene nailaskom zrake na granicu između dvaju prozirnih sredstava, bila ona ravna ili zakrivljena ploha.⁸⁹ Osim toga, i ovdje, treći put, koristi množinu!

Splitski je nadbiskup posjedovao nerazgovijetnu predodžbu o tomu kako se zrake odbijaju na unutrašnjoj stijenci posude. Zvao ih on »različita odbijanja«, »dvostruka odbijanja«, »prvo i drugo odbijanje« ili »lomovi unutar kugle«, uvijek su to bila odbijanja, a ne samo jedno odbijanje. Upravo po tomu što uočava četiri sastavnice u de Dominisovu opisu istoga optičkog pokusa i što de Dominisova gledišta uspoređuje s njegovim prije izloženim optičkim pretpostavkama moje se tumačenje ključnoga de Dominisova stavka razlikuje od prijašnjih ocjena povjesničara fizike i prirodne filozofije.⁹⁰

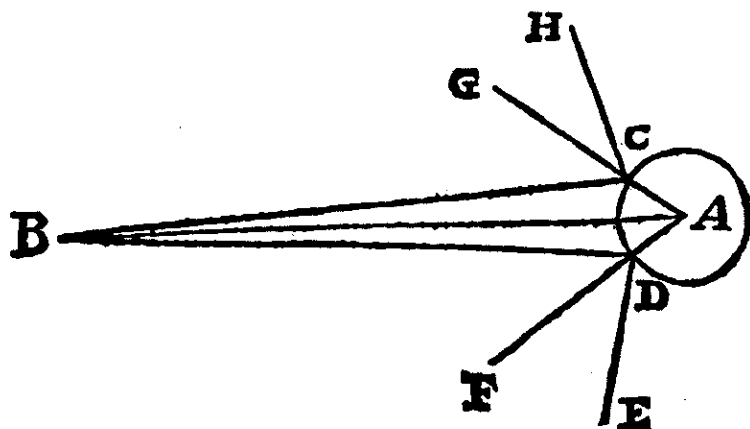
Zašto je de Dominis posjedovao nejasnu predodžbu o onome što se sa svjetlosnom zrakom događa od ulaza u vodenu kuglicu do izlaza iz nje? Pa u pretpostavkama je pripremio dobru podlogu za valjane zaključke! Doduše, prema Pseudo-Euklidovoj *Katoptrici* i Witelovoj *Optici* opisao je samo hod zrake pri odbijanju na konveksnom dioptru (sl. 8),⁹¹ ne i na konkavnom. Tu se možda krije odgovor na postavljeno pitanje.

Unatoč nejasnim obrazloženjima, glavni je de Dominisov zaključak glasio točno: iz prozirnog kuglastog tijela izlaze dva snopa; od prvog odbijanja potječu izlazne zrake GF, GN, GM; od drugog odbijanja nastaju izlazne zrake GI, GK, GL. A glasio je točno jer se de Dominis u potpunosti oslonio na svoje eksperimentalne nalaze.

⁸⁹ De Dominis, *De radiis*, cap. II. »Suppositiones tam ex Physicis quam ex Mathematicis.«, pp. 3–6, nn. 10–11.

⁹⁰ Usp. tumačenja u kronološkom poretku: Ockenden, »Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow«, *Isis* 26 (1936), pp. 40–49, na pp. 44–45; Stanko Hondl, »Marko Antonij de Dominis kao fizičar«, *Vijenac* 36/2 (1944), pp. 36–48, na pp. 38–39; Alistair Cameron Crombie, *Robert Grosseteste and the origins of experimental science, 1100–1700* (Oxford: Clarendon Press, 1953/1961), pp. 272–273; Carl Benjamin Boyer, *The rainbow from myth to mathematics* (New York/London: Thomas Yoseloff, 1959), pp. 189–192; Žarko Dadić, »Rad Markantuna Dominisa na problemima fizike«, *Encyclopaedia moderna* 2/5–6 (1967), pp. 124–127, na pp. 125–126; Ljudevit Barić, »Marko Antun Dominis i problem duge«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 33–48, na pp. 34–36; August Ziggelaar, »Die Erklärung des Regenbogens durch Marcantonio de Dominis, 1611«, pp. 30–34. Primjerice, samo neki istraživači, i to Hondl, Crombie i Ziggelaar, uočavaju da de Dominis u tekstu izrijekom spominje dvojaka odbijanja! Svi odreda previdaju da de Dominis, doduše u zgusnutom tekstu, izrijekom piše o prvom i drugom odbijanju na unutrašnjoj stijenci staklene kuglice.

⁹¹ De Dominis, *De radiis*, cap. IV, p. 13, n. 10.



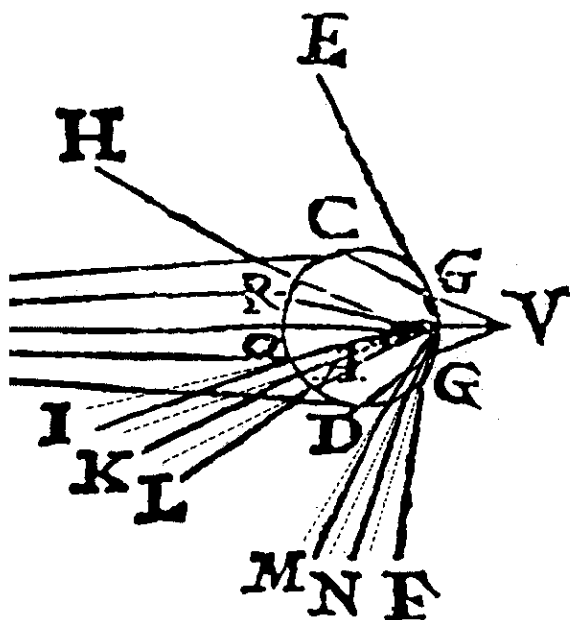
Slika 8. Odbijanje svjetlosnih zraka od ispupčene plohe kuglastoga tijela. Prema Pseudo-Euklidovoj *Katoptrici* i Witelovoj *Optici*. De Dominis, *De radiis*, u 6. propoziciji četvrtog poglavlja, p. 13.

Nejasnoće u de Dominisovim izričajima o odbijanjima zrake na unutrašnjoj stijenci prozirne kugle odrazile su se i na priloženoj slici (sl. 7): na njoj je ucrtano samo jedno odbijanje na konkavnom dnu GG staklene kuglice, ali ipak takvo da od njega potječu dva izlazna snopa! Ipak, u jednoj je važnoj pojedinosti priloženi crtež nadmašio tekst. Na crtežu je, naročito ako se poveća, uočljiv lom zrakā pri izlasku iz prozirne kugle (sl. 9), dok u tekstu sedme propozicije o tomu nema ni spomena. Dakle, de Dominis je u crtežu »obdržao zakon« koji je kvalitativno točno, isključivo na temelju pokusa i uz netočne predodžbe o uzrocima, prikazao u jedanaestoj pretpostavci drugoga poglavlja i točno ga primijenio na plankonkavnu leću.⁹² U kritičkoj ocjeni de Dominisova tumačenja duge Ockenden je izrijeком zapisao: »Štoviše, njegovo je tumačenje prvotne duge nepotpuno, jer on previđa činjenicu da se zrake moraju lomiti pri izlasku iz kišne kapi.«⁹³ Ako to vrijedi za tekst sedme propozicije, očito ne vrijedi za priloženi crtež, otisnut na stranicama de Dominisove rasprave četiri puta – na pp. 14, 56, 63 i 64.

U pristupu ovoj odlici de Dominisova crteža razlikuju se i dva istaknuta tumačitelja de Dominisove optičke rasprave iz ranijih stoljeća: Bošković i Goethe. Među bilješkama koje je znameniti Dubrovčanin 1747. napisao uz poemu *Iris* Carla Nocetija najopsežnija je bila ona o de Dominisu, Descartesu i Newtonu, a poslužila je da se strogo razluči što je tko postigao u tu-

⁹² De Dominis, *De radiis*, cap. II., pp. 5–6, n. 11.

⁹³ Ockenden, »Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow«, p. 45: »Moreover, his explanation of the primary rainbow is incomplete, since he overlooks the fact that the rays must be refracted on emerging from the raindrop.«



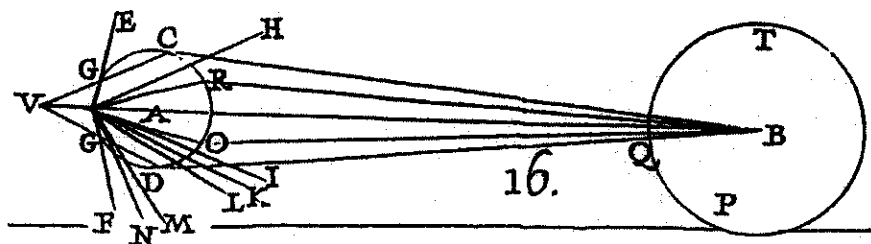
Slika 9. Lom izlaznih zraka u de Dominisovu pokusu sa staklenom kuglicom ispunjenom vodom. Linearno povećanje 3. Zrake obaju snopova lome se pri izlazu iz prozirne kuglice. Isprekidanim crtama označeni su smjerovi zraka kad se one ne bi lomile. De Dominis, *De radiis*, u 7. propoziciji četvrtog poglavlja, p. 14.

mačenju duge.⁹⁴ Zbog rijetkosti de Dominisove rasprave u toj je bilješci kurzivom otisnuo sedmi stavak četvrtoga poglavlja u cijelosti, a pobrinuo se da se iz izvornoga izdanja marljivo precрта i u drvorezu otisne ključni de Dominisov crtež. »Tako je zbrkan«,⁹⁵ dometnuo je Bošković. Objavljujući crtež i on je pridonio zbrci. Na slici koju je priložio svojim bilješkama o dugi zrake dvaju izlaznih snopova više se nisu lomile (sl. 10).

Upravo obratno postupio je Goethe kad je u svom glavnom prirodoslovnom djelu *Zur Farbenlehre* objavio poglavlje o de Dominisu. I njega je neizbježno privukao de Dominisov crtež, »koji, kad ga se pravo razumije, prikazuje pojavu u svom opsegu i složenosti, ako ne potpuno, onda se tome mnogo više približuje od onih jednostavnijih slika koje je Descartes djelomice od njega uzeo, djelomice prema njemu izradio. ... Povrh toga, kod de

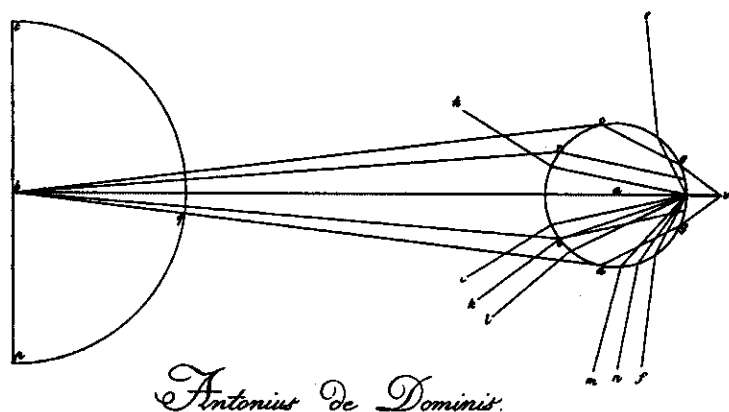
⁹⁴ Josephus [sic!] Rogerius Boscovich, »Notae in iridem«, u: Carolus Noceti, *De iride et aurora boreali carmina* (Romae: Ex Typographia Palladis / Excudebant Nicolaus et Marcus Palearini, 1747), pp. 19–48, s tablom »Tab.1.pag.48.« privezanom nakon p. 48; o de Dominisu u n. 26 na pp. 39–45, fig. 16, napose na p. 41.

⁹⁵ Boscovich, »Notae in iridem«, p. 41: »[schema] ita confusum«.



Slika 10. Crtež de Dominisova pokusa s kuglama ispunjenima vodom u Boškovićevu komentaru uz poemu *Iris* Carla Nocetija. Učinak »dotjerivanja« crteža: dva snopa GF, GN, GM i GI, GK, GL ne lome se pri izlazu iz kugle. Josephus Rogerius [sic!] Boscovich, »Notae in iridem«, u: Carolus Noceti, *De iride et aurora boreali carmina* (Romae: Ex Typographia Palladis / Excudebant Nicolaus et Marcus Palearini, 1747), Tab. 1. pag. 48, fig. 16.

Dominisove slike još je nastupio čudan slučaj da je upravo ova vrlo složena glavna slika, koja u knjizi zbog svoje važnosti dolazi četiri puta, postala zbog nespretnosti drvoresca nejasnom u svojim glavnim točkama i vjerojatno zato neuporabivom za piščeve sljedbenike.⁹⁶ Zato se njemački učenjak pobrinuo pronaći bakroresca koji je sliku »dotjerao« u osobito važnoj pojedinosti. Za razliku od Boškovićeve slike, na Goetheovoj su se slici, označenoj kao 15. tabla, izlazne zrake ponovo lomile (sl. 11).



Antonius De Dominis.

15

Slika 11. Crtež de Dominisova pokusa s kuglom ispunjenom vodom u Goetheovu nauku o bojama. Višestruko »dotjerivanje« crteža: zrake ulaznog snopa točno se lome na konveksnom pročelju kugle i padaju na njezino konkavno dno gg; zrake obaju izlaznih snopova polaze iz središnje točke kružnog dna gg kugle; zrake izlaznih snopova m, n, f i i, k, l lome se pri izlazu iz kugle. Korak prema izvornoj de Dominisovoj zamisli. Johann Wolfgang von Goethe, *Zur Farbenlehre* (Tübingen, in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, 1810), Tafel XV.

⁹⁶ Johann Wolfgang Goethe, *Zur Farbenlehre*, herausgegeben von Peter Schmidt, u: Johann Wolfgang Goethe, *Sämtliche Werke nach Epochen seines Schaffens*: Münchner Ausgabe, Band 10 (München: Carl Hansen Verlag, 1989). U »Materialien zur Geschichte der Farbenlehre:

De Dominisov je crtež i u 20. stoljeću nastavio privlačiti pozornost istraživača. S Ockendenovom se ocjenom složio Boyer: »Popratni dijagram, koji se u knjizi ponavlja nekoliko puta, ne pokazuje nikakav znak ovog drugog loma.«⁹⁷ Dapače, Boyer je svoj netočni zaključak i radikalizirao: »Štoviše, u otprilike tucet drugih slika, koje u knjizi prikazuju kako svjetlost prolazi kroz leće različitih tipova, ucrtane su zrake kako pod kutom prolaze granicom između dvaju sredstava bez loma.«⁹⁸ A takvih slika u de Dominisovoj raspravi nema.

De Dominisove pretpostavke (*suppositiones*) i stavci (*propositiones*) u prvom dijelu rasprave bile su dijelom točne, dijelom netočne, dijelom nerazgovijetne s točno opisanim učincima. Poneki je stavak i izostao, premda bi bio od velike pomoći pri zaključivanju, primjerice *propositio* o odbijanju svjetlosnih zraka na konkavnom dioptru. Zbog toga je prvi dio podjednako izvor de Dominisovih uspjelih i neuspjelih tumačenja optičkih pojava.

Teorija optičkih leća i dalekozora: put od fiziološke do astronomske optike

U »drugom« dijelu svoje optičke rasprave, koji započinje s petim a završava s devetim poglavljem, de Dominis je prešao put od fiziološke do astronomske optike. Tu je očuvan uzorak didaktičkog majstorstva mladog isusovca: od prikaza dvaju nedostataka izravnog očinjeg vida – starovidnosti i kratkovidnosti, preko prouke leća koje mogu ukloniti te nedostatke, do ispitivanja koje učinke proizvodi prvo konkavna pa zatim konveksna leća na različitim položajima podalje od oka.

Sva ta istraživanja mladi profesor provodi uz tri polazišta koja je sam sebi nametnuo da bi protumačio nastanak vida:

Des zweiten Bandes erster, historischer Teil« o de Dominisu u zasebnom poglavlju »Antonius de Dominis umgekommen 1624« na pp. 645–651, o crtežu pak na p. 648. Vidi u »Erklärung der zu Goethes Farbenlehre gehörigen Tafeln«, pp. 943–971, tumačenje de Dominisova crteža u »Funfzehnte Tafel« na p. 970. U »Anzeige und Übersicht des Goetheschen Werkes zur Farbenlehre«, pp. 973–991, o de Dominisovu tumačenju duge na p. 984. Usp. i hrvatski prijevod poglavlja o de Dominisu: Johann Wolfgang Goethe, »Znanost o bojama (Povijesni dio, 5. razdio – 17. stoljeće): Antonius de Dominis«, prevela s njemačkoga Mirjana Vujanić, *Dubrovnik* 10/3 (1999), pp. 183–189, o crtežu na p. 186.

⁹⁷ Boyer, *The rainbow*, p. 189: »The accompanying diagram [on p. 14], which is repeated several times throughout the book, shows no signs of this second refraction.«

⁹⁸ Boyer, *The rainbow*, p. 189: »Moreover, in about a dozen other figures in the book, showing light passing through lenses of various types, rays are portrayed as passing obliquely across the boundary between media without refraction.«

1. U oku može nastati samo uspravna slika predmeta.
2. U oku ne može postojati primalac slika.
3. Vid mora nastati u jednoj jedinosti točki, koja je vrh vidnog stošca.⁹⁹

Uz takve stroge uvjete, k tomu, tek će se pokazati, neispravne, de Dominisov pokušaj novog tumačenja kako radi oko dospio je tek do tvrdnje: »Vid, naime, nastaje vrlo blizu otvora šarenice, prije nego što bi se vidne zrake mogle presjeći.«¹⁰⁰ Premda sklon crtežu, de Dominis ovdje nije priložio skicu oka, čime bi bitno olakšao tumačenje ovoga teško razumljivoga odlomka. Ipak, to neuspjelo rješenje nije mu smetalo kad je nakon očne leće (*lens chrystallina*)¹⁰¹ počeo proučavati staklene leće ili progledala (*perspicillia*).

Pri proučavanju optičkih stakala, naročito pri zaključivanju o položaju i veličini slike predmeta, de Dominis se najustrajnije služio vidnim kutom (*angulus visivus*) kao jedinom optičkom veličinom koju je, slijedeći Witela, uveo već ranije, i to u drugom stavku četvrtoga poglavlja. Pokusi koje je obavljao pomičući bikonkavnu leću duž optičke osi bili su ključni korak prema razumijevanju novih optičkih veličina. Sigurno je točno shvatio što je žarišna daljina leće: »najveća udaljenost, za koju se predmet može okom opaziti uspravan i neokrenut.«¹⁰² U ovoj su fazi istraživanja pokusi de Dominisu pružili sigurniji oslonac od oskudnih teorijskih uvida. »Kako pokusi poučavaju« (*ut experimenta docent*),¹⁰³ znalo je glasiti njegovo obrazloženje.

Oslonac na pokuse dobiva još više na vrijednosti ako se uoči da se de Dominis, dok je izlagao teoriju leća, iznimno rijetko pozivao na vrela. Premda se redovito služio zakonima geometrijske optike, k tomu priložio devet crteža na pp. 15–33, Rabljanin se samo jednom pozvao na Euklidove *Elemente*. U toj je prigodi, a tijekom pokusa s bikonkavnom lećom, zaključivao ovako: »Kutovi pak BAI, ABZ oštri su, pa zato crte AI, BZ nisu usporedne, nego se po trinaestom izriječju prve knjige Euklidovih *Elementata* s te strane sve više približuju dok se ne sastanu u jednoj točki.«¹⁰⁴ Na koji se to Eukli-

⁹⁹ De Dominis, *De radiis*, p. 15. Sve se tri tvrdnje neposredno mogu izlučiti iz teksta.

¹⁰⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 15: »visio enim fit valde prope foramen uveae, antequam sese radii visivi possent intersecare.«

¹⁰¹ Uz više istoznačnica, *humor chrystallinus*, *humor glacialis* i *pupilla*, de Dominis se rijetko služio i tim latinskim nazivkom, primjerice u: de Dominis, *De radiis*, p. 7. Usp. o Rabljaninovoju terminologiji: Dugački, »Marko Antun de Dominis i problemi vida«, p. 86.

¹⁰² De Dominis, *De radiis*, p. 24: »spacium maximum quo res ab oculo cerni possit recta et non inversa.«

¹⁰³ De Dominis, *De radiis*, p. 28.

¹⁰⁴ De Dominis, *De radiis*, p. 27: »Anguli enim BAI. ABZ. sunt acuti, atque ideo lineae AI. BZ. non sunt parallelae; sed per pronuntiatum 13. primi elem. Eucl. ex hac parte semper magis sibi appropinquant, donec ad unum punctum coeant.«

dov izrijek (*pronuntiatum*) de Dominis pozvao? To treba razjasniti i zato jer su se u literaturi već pojavila kriva tumačenja, koja previđaju da se Claviusovo izdanje *Elementata* po organizaciji teksta i numeraciji tvrdnjā razlikuje od onodobnih renesansnih izdanja, a i od Heibergova izdanja iz 1883–1885.¹⁰⁵ Među aksiomima pod rednim brojem 13 u Claviusovu izdanju stoji peti Euklidov postulat,¹⁰⁶ popraćen Claviusovim komentarom. Taj je znameniti postulat »Euklid 16. stoljeća« pokušao dokazati u opširnom sholiju uz 28. stavak prve knjige, gdje izrijekom upozorava: »Ovo je u našim komentarima 13. aksiom kod Euklida; u drugih je jedanaesti.«¹⁰⁷ Tako jedina de Dominisova uputnica na Euklida dok izlaže teoriju leća pribavlja dokaz da se de Dominis služio Claviusovim izdanjem Euklidovih *Elementata*.

Pa ipak, i u takvim teškim okolnostima pri proučavanju leća de Dominis je mogao pristupiti drukčijem, astronomskom problemu: »Taj, dakle, opći nedostatak [da se vrlo udaljeni predmet opaža nesavršeno i nejasno], ne bez najvećeg udivljenja, umijeće može posve lako svladati istim optičkim staklima, upotrijeбивši ih oba zajedno, lećasto sprijeda, izdubljeno otraga neda-leko od oka, uz određenu udaljenost između njih i između oka i prednjega stakla.«¹⁰⁸ Time je pristupio proučavanju one kombinacije leća koja će ležati u osnovi konstrukcije dalekozora kad on bude otkriven (sl. 12). Posebno je pak obradio dva uvjeta (*duae conditiones*), uz koje kombinacija plankonkavne i plankonveksne leće daje povećanu i jasnu sliku vrlo udaljenog predmeta:

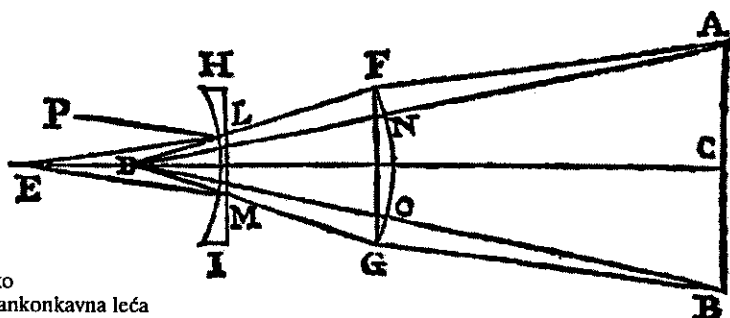
¹⁰⁵ Usp. Ernest Stipanić, »Matematika u Dominisovom djelu 'De radiis visus'«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 13–22, na pp. 21–22, gdje je prema Bilimovićevu izdanju naveden 13. poučak prve knjige o kutovima između dva pravca.

¹⁰⁶ Euclides, *Elementorum libri XV*. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholiis illustrati nunc iterum editi, ac multarum rerum accessione locupletati. Auctore Christophoro Clavio Bambergensi è Societate Iesu (Romae: Apud Bartholomaeum Grossium, 1589), u »Communes notiones, sive Axiomata, quae et Pronunciata dici solent, vel Dignitates«, pp. 59–74, na pp. 66–67: »XIII. Et si in duas rectas altera recta incidens, internos ad easdemque partes angulos duobus rectis minores faciat, duae illae rectae lineae in infinitum productae sibi mutuo incident ad eas partes, ubi sunt anguli duobus rectis minores.« Pozivajući se na aksiome Clavius se služio pokratom »pron.«, pa se, najvjerojatnije pod njegovim utjecajem, i de Dominis služio latinskim nazivkom *pronuntiatum*.

¹⁰⁷ Euclides, *Elementa* (1589), priredio Christoph Clavius, u »Probl. 19. Propos. 28.«, pp. 143–161, na p. 158: »Hoc est Axioma 13. apud Euclidem in nostris commentariis; apud alios est undecimum, ...«

¹⁰⁸ De Dominis, *De radiis*, p. 34: »Huic igitur communissimo defectui non sine maxima admiratione ars adhuc facile potest occurrere per eadem vitra perspectiva, utroque simul adhibito, et lenticulari in parte anteriori, et excavato in posteriori, non procul ab oculo, cum certa tamen distantia inter ipsa, et inter oculum et vitrum anteriori.«

1. između dviju leća mora postojati primjeren omjer između ispupčenosti jedne i izdubljenosti druge leće;
2. između dviju leća mora postojati primjerena udaljenost.¹⁰⁹



E oko
HI plankonkavna leća
FG plankonveksna leća
AB predmet

Slika 12. Kombinacija plankonkavne i plankonveksne leće radi motrenja posve udaljenih predmeta: de Dominisova teorijska priprema za izlaganje o dalekozoru. De Dominis, *De radiis*, p. 35.

Uz takvu teorijsku pripremu de Dominisu je 1609. na početku posebnog poglavlja o konstrukciji i uporabi dalekozora bilo lako zapisati: »vrlo je lak zadatak prihvatiti se izgradnje onoga instrumenta koji je nedavno, čini se, otkriven ili bar, posebice u Italiji, objavljen. ... Čim sam ga vidio (a bijaše jako nedotjeran), jasno sam prepoznao učinak dvaju stakala.«¹¹⁰

Nakon tehničkih napomena uslijedili su odgovori na četiri pitanja za koja je iskusni optičar mogao očekivati da će se pojaviti pri uporabi sprave:

1. »Zašto se, ostane li prednje staklo isto, ako mu dodaš drugo manje udubljenosti uz skraćenje sprave kako je gore rastumačeno, a nakon toga ako mu dodaš drugo veće udubljenosti uz produženje cijevi, stvari prije vide manje i udaljenije, a poslije veće i bliže?«
2. »Zašto se tom spravom ne opaža ono što je blizu?«
3. »Zašto, ako se ova sprava okrene približivši oku lećasto staklo, sve izgleda puno manje i kudikamo udaljenije?«
4. »Zašto se u toj spravi vidljiva stvar nikad ne okrene, koliko god se sama sprava odmicala i od stvari i od oka?«¹¹¹

¹⁰⁹ De Dominis, *De radiis*, p. 36: »Prima conditio, ut inter utrunque vitrum sit debita proportio, non quidem in magnitudine, sed inter eminentiam ac crassitiem alterius, et alterius excavationem. ... Altera conditio ut sit debita distantia inter utrunque vitrum:«

¹¹⁰ De Dominis, *De radiis*, pp. 37–38: »..., facillimum negotium redditur in conficiendo instrumento illo quod nuper videtur inventum, aut saltem praesertim in Italia, publicatum. ..., sed cum primum illud vidi (erat autem valde imperfectum) effectum duorum vitrorum apertè cognovi:«

¹¹¹ De Dominis, *De radiis*, prvo i drugo pitanje na p. 41, a treće i četvrto na p. 42.

Zaključujući poglavlje o dalekozoru splitskom nadbiskupu nije uzmanjalo samosvijesti. »Kako sam mogao, prvi sam probio led«,¹¹² zapisao je ciljajući na svoj prinos teoriji dalekozora. Uz samosvijest njegovao je i kritički duh prema svojim obrazloženjima. Izrijeком je napisao: »Naime, ni mene sama nije potpuno zadovoljilo ponešto od onoga što sam dovlе priopćio i razložio«,¹¹³ a »dokaze« je, kako je poznato iz njegova neizravnog prigovora Galileiu, usvojio kao mjerilo znanstvenoga doprinosa. U svemu, de Dominis je dalekozoru posvetio dva poglavlja: osmo, naslovljeno »Mogu li lećasto i izdubljeno staklo zajedno poslužiti vidu?«, i deveto pod naslovom »Načelo izgradnje i uporaba optičkog instrumenta za motrenje posve udaljenih predmeta«. ¹¹⁴ Osmo je, dakle, obradilo teoriju, a deveto obrazložilo konstrukciju i uporabu nove sprave, a da izrijeком nisu spomenuta područja gdje se ona može primijeniti. U usporedbi s trima stranicama koje je tim pitanjima posvetio Galilei na početku djela *Sidereus nuncius* de Dominis je u tim dvama poglavljima svoje optičke rasprave ostvario vrijedan prilog teoriji dalekozora, dakle u području koje je on sam označio kao osobito područje svoga istraživačkog interesa – *ratio instrumenti*.

Tumačenje duge: od kritičkog čitanja Aristotelove Meteorologije do izvornog doprinosa

Napokon, u »trećem« dijelu svoje rasprave, koji započinje s desetim poglavljem i proteže se na 35 stranica, de Dominis je svoja istraživanja usredotočio na pojavu duge – prirodnofilozofski problem s iznimno dugom tradicijom tumačenja. Ta je tradicija, napose njezino ishodište – Aristotelova *Meteorologija*, uvelike utjecala da de Dominis svoje izlaganje uobliči u tri tematska sklopa i prouči ih u sljedećem poretку:

1. nastanak i poredak boja;
2. kružni oblik;
3. nastanak unutrašnje i vanjske duge.

U skladu s planom istraživanja de Dominis je obavljao i pokuse, a u njima su se pojavile nove vrste objekata. Dok se u dijelu o oku i dalekozoru

¹¹² De Dominis, *De radiis*, p. 43: »Ut enim potui primus hoc gelu perfregi ...«

¹¹³ De Dominis, *De radiis*, l.c.: »nam et mihi ipsi in quibusdam hactenus dictis, et explicatis, plene non satisfacere;«

¹¹⁴ De Dominis, *De radiis*, »Utrunque vitrum tam lenticulare quam excavatum potest simul visui inservire. Cap. VIII.«, na pp. 34–37, i »Instrumenti perspectivi ad videnda longe dista conficiendi ratio et usus. Cap. IX.«, na pp. 37–43.

služio samo lećama, u trećem se dijelu oslonio na prizme, staklene posude i staklene kuglice ispunjene vodom. Prizmom i staklenom posudom poslužio se u poglavljima o duginim bojama. Da boje nastaju u debljini nekih prozirnih tijela te ondje i ostaju dok ima svjetlosti, »motrio sam i u nekim trokutnim staklima«, ¹¹⁵ zapisao je de Dominis suprotstavljajući se drevnim stavovima o nastanku bojā. Pojavu spektra uočio je i pri pokusima sa staklenom posudom koju je ispunio vodom i na prozorskim staklima. ¹¹⁶ Promatrao je i dugin spektar bojā što »nastaje na zidu od trokutnog kristala«. ¹¹⁷ Ako te objekte nije u ovoj raspravi nazvao prizmama, latinskim nazivkom *prisma* poslužio se u drugom prirodosnanstvenom djelu *Euripus* (1624), kad mu je trokutna prizma, zbog svoga presjeka, poslužila za model vodene kružne nakupine nastale privlačenjem Sunca i Mjeseca. ¹¹⁸ Poticaj za pokuse s trokutnim kristalom Rabljanin je također mogao dobiti čitajući Cardana. ¹¹⁹

Staklene kuglice poslužile su de Dominisu u poglavljima o nastanku duge. Ako je u svojim temeljima optike na temelju pokusa s takvim staklenim kuglicama nejasno opisao hod zrake u kuglici i točno uočio dva izlazna snopa, bilo je posve očekivano da mu pri vlastitu tumačenju duge staklena kuglica posluži kao model za kišnu kap. Dapače, u poglavljima o nastanku duge tri puta je otisnuo crtež koji izvorno prati sedmu propoziciju četvrtog poglavlja. Nažalost, na dvama mjestima gdje se pozvao na pokuse de Dominis nije opisao njihov tijek. ¹²⁰

Odnos prema bogatoj tradiciji u tumačenju duge i vlastita istraživačka metodologija obilježili su i de Dominisov pristup prilikom uobličjenja teksta.

¹¹⁵ De Dominis, *De radiis*, p. 44: »et in vitris quibusdam triangularibus observavi.« i »ut patet ex vitro triangulari soli obiecto, ..., et similibus, quae omnia Irides quasdam proiciunt.«

¹¹⁶ De Dominis, *De radiis*, p. 44: »ut patet ex vitro triangulari soli obiecto, ex vase vitreo aqua pleno, ex vitris fenestrarum, et similibus, quae omnia Irides quasdam proiciunt.«

¹¹⁷ De Dominis, *De radiis*, p. 47: »ut videmus eam [= Iridem] quae fit in pariete ex chrystallo trigona;«

¹¹⁸ Marcus Antonius de Dominis, *Euripus seu de fluxu et refluxu maris sententia* (Romae: Apud Andream Phaeum, 1624), osobito na dvama mjestima: n. 5, p. 8: »... fiet triangulum PLR. Hoc triangulum intelligatur orthogonaliter erectum moveri secundum latitudinem globi, ..., et absolvere circulum integrum, suo transitu relinquatur cumulus ille aqueus circularis, quem ponimus; in forma prismatis triangularis, non super plano, sed super sphaera; cuius prismatis sectio recta sit illud triangulum.«; n. 8, p. 11: »Itaque cumulus aquae iam ad prisma quoddam triangulare, de quo superius egi, redactus, repraesentatur per triangulum PIR ...«

¹¹⁹ Cardanus, *De subtilitate libri XXI.*, p. 122C: »Velut etiamsi chrySTALLUM, trigonam, seu prisma, vel hexagonam Soli exposueris, in adverso pariete colores non fictos, sed veros iridis videbis;«

¹²⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 56: »..., cogentibus id experimentis, et ratione, ...« i »Quod etiam experimenta confirmant.« Vidi i p. 14.

U žanrovskom pogledu de Dominisov tekst o dugi na str. 43–78 hibrid je s tri sastavnice:

1. povijesni prikaz tumačenja prirodne pojave (*status quaestionis*) kako bi izložio mišljenja (*sententiae*) prethodnika od Aristotela do renesansnih prirodnih filozofa;
2. komentar, uključujući i komentar komentara kao žanrovsku podvrstu;
3. znanstvena rasprava s vlastitim izvornim zaključcima koju pisac samosvjesno naziva *nova et propria disputatio*.¹²¹

Opravdano je pretpostaviti da su poglavlja koja prikazuju *status quaestionis* ranije napisana, jer u njima ništa nije promijenio priređujući tekst za tisak. Naprotiv, poglavlja u kojima je de Dominis s naglašenom samosviješću izlagao vlastita polazišta, pokuse, tumačenja i zaključke pripadala bi u one dijelove teksta koji su dotjerivani sve do predaje rukopisa u ruke cenzora.

Dva su poglavlja, deseto o duginim bojama i četrnaesto o nastanku vanjske duge, isključivo poslužila da de Dominis prikaže *status quaestionis* u istraživanju duge. U tim je poglavljima mladi profesor otkrio svoje izvore.¹²² Najčešće se tu, ali dakako i u kasnijim poglavljima, suočavao s Aristotelovim naukom o dugi, bilo u izvornom obliku koji mu je bio poznat s druge godine studija filozofije,¹²³ bilo proučavajući *dicta* četvorice komentatora Aristotele *Meteorologije*: Aleksandra iz Afrodisijske, Olimpiodora, Averroesa i Alberta Velikog.¹²⁴ Uz aristotelovsku komentatorsku tradiciju Rabljanin je, ponajviše u desetom i jedanaestom poglavlju svoje rasprave, prikazao i ocijenio renesansna umovanja o dugi nastala pretežito sredinom 16. stoljeća. Od izvornih djela pozvao se na tri: *Tractatus de iride* (1540) Alessandra Piccolo-

¹²¹ De Dominis, *De radiis*, p. 44.

¹²² Vidi Prilog 3 »Izvori Marka Antuna de Dominisa u raspravi *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* (1611)« uz ovaj članak!

¹²³ Odredbe o izlaganju Aristotele *Meteorologije* na isusovačkom studiju filozofije vidi u: »Ratio atque institutio studiorum per sex Patres ad id iussu R. P. Praepositi Generalis deputatos conscripta (1586)«, pp. 41–158, u poglavlju »De studio philosophiae«, pp. 95–109, na pp. 105–106, u: Lukács (ed.), *Ratio atque institutio studiorum Societatis Iesu (1586 1591 1599)*.

¹²⁴ De Dominis, *De radiis*, s uputnicama na komentar Aleksandra iz Afrodisijske na pp. 45 i 61; o Olimpiodorovu komentaru na pp. 45 i 61; o Averroesovu komentaru na pp. 49 i 67; o komentaru Alberta Velikog na pp. 44, 45 i 47. O de Dominisovim izvorima vidi: Crombie, *Robert Grosseteste*, u poglavlju »Experimental method and the transmission of thirteenth- and fourteenth-century writings on the rainbow, colour, and light to the seventeenth century«, pp. 260–289, na pp. 272–273; Boyer, *The rainbow*, p. 189 i 191; Ziggelaar, »Die Erklärung des Regenbogens durch Marcantonio de Dominis, 1611«, pp. 27–28; Ivica Martinović, »Marko Antun de Dominis – kasnorenesansni fizičar«, u: Greta Pifat-Mrzljak (ur.), *Znanost u Hrvata: Prirodoslovje i njegova primjena 1* (Zagreb: Muzejsko-galerijski centar, 1996), pp. 400–409, na p. 402.

minija, *De subtilitate* (1550) Girolama Cardana i *Exotericarum exercitationum liber XV de subtilitate ad Hieronymum Cardanum* (1557) Giulija Cesarea Scaligera, Cardanova osporavatelj. ¹²⁵ Svu trojicu renesansnih prirodnih filozofa mogao je poznavati u jednom od više izdanja koja su objavljena do 1588, godine njegova nastupa na katedru matematike na isusovačkom učilištu u Padovi. Od komentara Aristotelove *Meteorologije* iz renesansnog razdoblja uputio je samo na *In quatuor libros Aristotelis Meteorologicorum commentarii* (1565) Francesca Vimercatija, ¹²⁶ »koji je u svojim komentarima uz treću knjigu Aristotelove *Meteorologije* bio prilično brižljiv«. ¹²⁷ Nažalost, nije se pozvao na *Discorsi ... sopra le Metheore d'Aristotele* (1584, 1585) Dubrovčanina Nikole Vitova Gučetića, prvi sustavni komentar Aristotelove *Meteorologije* nastao na hrvatskom tlu. ¹²⁸

Među spomenutim renesansnim djelima isključivo o dugi ili s važnom sastavnicom o dugi izdanje koje je priredio i prvi put 1540. objavio Alessandro Piccolomini ne samo da je najranije nastalo i objavljeno nego je, zbog svoga složenoga sadržaja, bilo vrlo prikladno štivo da mladi profesor upozna *status quaestionis* iz propisane mu aristotelovske perspektive. Izdanje, naime, nudi:

1. cjeloviti latinski tekst Aristotelove *Meteorologije*;
2. komentar Aleksandra iz Afrodizijade uz Aristotelovu *Meteorologiju* u Piccolominijevu latinskom prijevodu pod naslovom *Alexandri Aphrodisiensis ... in quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis commentatio*;
3. kraću raspravu *Tractatus de iride*, u kojoj je Piccolomini »opet slijedeći Aristotelove stope« ¹²⁹ pretresao devet pitanja o dugi.

Sukladno podnaslovu rasprave, »u kojoj se razjašnjavaju premnoga gledišta kako Aristotela, tako i Aleksandra Afrodizijskog i Olimpiodora«, ¹³⁰ Piccolomini je najpotpunije prikazao gledišta dvojice grčkih komentatora. Za njega su Aleksandar iz Afrodizijade i Olimpiodor bili *expositores maximi* ili, jednostavno, *expositores Graeci* Aristotelova meteorološkoga nauka. Uz

¹²⁵ O Cardanu i Scaligeru usp. Brian P. Copenhaver and Charles B. Schmitt, *Renaissance Philosophy* (Oxford: Oxford UP, 1992), u poglavlju »New philosophies of nature«, na pp. 308–309.

¹²⁶ Ziggelaar, »Das Gymnasium der Jesuiten in Padua um 1590«, pp. 259–260. Prikaz Vimercatijeva komentara vidi u: Boyer, *The rainbow*, pp. 154–156.

¹²⁷ De Dominis, *De radiis*, p. 45: »quibus adde ex recentioribus ... et Franciscum Vimercatum, qui in suis commentariis in tertium librum Meteor. Arist. satis diligens fuit;«

¹²⁸ O značenju Gučetićeva djela vidi: Ivica Martinović, »Kasnorenesansni filozof Nikola Vitov Gučetić«, *Zbornik Dubrovačkog primorja i otoka 6* (1997), pp. 203–225, na pp. 208–213.

¹²⁹ De Dominis, *De radiis*, p. 45: »quibus adde ex recentioribus Alexandrum Piccolomineum, qui tractatum edidit de Iride, Aristotelis tamen insistens vestigiis;«

takvo se izdanje de Dominis mogao izravno upoznati s Aleksandrovim obrazloženjima, a uz Piccolominijevo posredovanje iscrpno i s Olimpiodorovim stavovima. Mogao se također upoznati s nekim stavovima Alberta Velikog,¹³¹ premda ne u onom opsegu koji mu je bio potreban, pokazat će se, za britak komentar Albertova komentara. Ipak, mladi isusovac kritička duha mogao je biti obodren pristupom kardinala Piccolominija da je stavovima Alberta Velikog dopušteno prigovarati. Sa stranica Piccolominijeve rasprave doznao je de Dominis kakve stavove zastupaju još dvojica renesansnih tumačitelja Aristotelove *Meteorologije*. Bili su to Gaetano Tiene i, uz oslovljavanje *Doctor Suessanus*, Agostino Nifo.¹³² Samo je jednom, kad je spomenut i Tiene, mogao u Piccolominija pročitati ime Timon (*Thimon*), ali mu, koliko je dosad istraženo, Timonov spis *Quaestiones super quatuor libros Metheorum*, napisan u 14. stoljeću, izdan četiri puta početkom 16. stoljeća, od toga dvaput u Veneciji, ili nije bio dostupan ili nije privukao pozornost.¹³³ Pouzdano je zaključiti: de Dominis je posredno, na temelju čitanja Piccolominijeve rasprave, poznavao neka gledišta Timona Židova, Gaetana Tienea i Agostina Nifa. Ni Piccolominijev izbor matematičkih vrela, od Teodosija iz Bitinije do

¹³⁰ »Alexan.[dri] Piccolominei, apud Academiam Intronatorum Storditi nuncupati, Tractatus de iride in quo quamplurima tum Aristotelis, tum etiam Alex.[andri] Aphrodisiensis, ac Olympiodori dicta dilucidantur«, pp. 117–129, u: *Alexandri Aphrodisiensis maximi Peripatetici, in quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis, commentatio lucidissima*, Alexandro Piccolomineo interprete. (Venetiis: Apud Hieronymum Scottum, 1561).

¹³¹ Piccolomineus, »Tractatus de iride«, pp. 122b, 123a, 123b.

¹³² Piccolomineus, »Tractatus de iride«, p. 119a: »Doctor Suessanus«; p. 129a: »iste doctissimus Doctor«. Opsežni komentar, koji je Nifo dovršio u Salernu 1523, u Scotovoj je mletačkoj tiskari objavljen više puta počevši od 1531. Usp. prvo i posljednje Scotovo izdanje tijekom 16. stoljeća: *Suessanus in libros Metheorum. Augustini Niphi medices, philosophi Suessani, in libros Aristotelis Meteorologicis commentaria* (Venetiis: Impensa nobilium heredum quondam Domini Octaviani Scoti civis Modoetiensis, 1531); Augustini Suessani philosophi perspicacissimi subtilissima commentaria in libros Meteorologicorum, et in librum de Mistis, sive Quartum Meteororum ab antiquis nuncupatum et ordinatum: longe fidelius et accuratius quam antea recognita et ab erroribus repurgata, quibus nuper omnium, quae tam in textu quam in commentariis habentur, scitu digna locupletissimus index additus est. (Venetiis: Apud Hieronymum Scotum, 1560).

¹³³ Piccolomineus, »Tractatus de iride«, p. 120a: »quicquid dicant Gaetanus et Thimon, et quamplurimi ex Latinis«. Usp. četiri izdanja Timonova spisa: »Quaestiones ... Thimonis in quatuor libros Meteororum« u: *Habes solertissime lector in hoc codice libros Metheorum Aristotelis cum commentariis Gaietani de Thienis*, noviter impressos (Venetiis: Mandato et expensis heredum Octaviani Scoti, 1507); »Thimonis in quatuor libros Meteororum« u: *Quaestiones et decisiones physicales insignium virorum*. Recognitae summa accurate et iudicio magistri Georgii Lokert Scoti (Parisiis: Impensis Iodoci Badii & Conradi Resch, 1516 i 1518); »Quaestiones ... Thimonis super quatuor libros Metheorum« u: *Gaietanus super Metheo. Habes solertissime lector in hoc codice libros Metheorum Aristotelis ... cum commentariis fidelissimi expositori Gaietani de Thienis*, noviter impressos, ac mendis erroribusque purgatos. (Venetiis: Nutu ac impendio heredum quondam Domini Octaviani Scoti civis Modoetiensis ac sociorum, 1522).

Luce Pacioli, nije utjecao na Rabljanina. Mladom su profesoru bili dostatni propisani mu Euklidovi *Elementi*. Što je još važnije uočiti, Piccolominijevo izdanje nije de Dominisa potaknulo na zaokret u metodološkom smislu – prema pokusima s prizmama i staklenim posudama ispunjenim vodom. Za taj se zaokret Rabljanin odlučio sam. Piccolomini se nije pozvao ni na jedan pokus, tek je spomenuo da je u Bologni s pomoću astrolaba opažao dugu na samo 38°. ¹³⁴ Ali je od Piccolominija mladi de Dominis mogao preuzeti spoznaju: »Slijedi: kad Sunce bude uzdignuto na više stupnjeva nego je 42°, sama se duga neće pojaviti«. ¹³⁵

Toj šesnaestostoljetnoj književnosti o dugi treba pridodati i temeljni srednjovjekovni izvor, koji je de Dominisu poslužio u optičkim istraživanjima: *Opticae libri decem* Poljaka Witela, djelo koje je tijekom 16. stoljeća doživjelo tri izdanja, a Rabljanin ga je najvjerojatnije poznao u izdanju Friedricha Risnera iz 1572. ¹³⁶ Na znamenitoga se Poljaka de Dominis redovito pozivao u poglavljima o dugi, osim, iznimno, u poglavlju u kojem je izložio vlastito tumačenje vanjskoga luka i u pratećim korolarima. Najčešće se, deset puta, pozvao na stavke desete knjige Witelove *Optike*, i to, očekivano ali s jednom iznimkom, na one u kojima je Witelo izložio svoj nauk o dugi. ¹³⁷

Deseto poglavlje, u kojem je prikazao uglednije sentencije o dugi, zaključio je de Dominis strogom ocjenom upravo o znamenitom Poljaku: »Witelo, vrsni matematičar, na samom se kraju svoje *Optike* bavio s nekoliko

¹³⁴ Piccolomineus, »Tractatus de iride«, p. 128b-129a: »(quamvis ego quamdam Iridem quam Bononiae observari, per 38. gradus tantummodo, ex astrolabio elevatam innuerim)«

¹³⁵ Piccolomineus, »Tractatus de iride«, p. 129b: »sequitur, quod cum sol per plures gradus quam per 42. elevatus fuerit, Iris ipsa non apparebit.«

¹³⁶ »Vitellonis Thuringopoloni opticae libri decem. Instaurati, figuris novis illustrati atque aucti, infinitisque erroribus, quibus antea scatebant, expurgati. A Federico Risnero. Basileae.«, pp. 1–474, druga paginacija u: *Opticae thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc primum editi*. (Basileae: Per Episcopios, 1572). Vidi i pretisak Risnerova izdanja: *Opticae thesaurus*, with an introduction to the reprint edited by David C. Lindberg (New York: Johnson Reprint Corp., 1972). Usp. David C. Lindberg, »Introduction to the reprint edition«, pp. v-xxxiv, u poglavlju »The influence of Alhazen and Witelo«, pp. xxi-xxv, na p. xxiv, gdje je, u usporedbi s Keplerovim djelima, de Dominisova rasprava *De radiis* uvrštena »među manje slavna optička djela koja izričito citiraju Alhazena ili Witela ili obojicu, a neka se opširno oslanjaju na njih«, uz, primjerice, optička djela Francesca Sizija, Ambrosiusa Rhodiusa, Françoisa Aguilona i Christoph Scheinera. Vidi i David C. Lindberg, »Witelo«, u: *Dictionary of scientific biography* 14, pp. 457–462, gdje de Dominis nije uvršten među najznačajnije znanstvenike bilo 16. bilo 17. stoljeća na koje je Witelo utjecao. Očito, pišući natuknicu Lindberg je podcijenio vrijednost de Dominisove rasprave.

¹³⁷ Vidi Prilog 4 »Stavci desete knjige Witelova djela *Opticae libri decem* na koje se de Dominis pozvao u raspravi *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* (1611)« uz ovaj članak!

stavaka koji su se svi bjelodano odnosili na dugu. Ništa se pak ili vrlo malo razlikuje od Aristotela, pa ako štogod ima svoga, to ćemo, i uz prekomjernu nerazumljivost, odvagnuti u daljnjem tekstu.«¹³⁸ Najavu o prosudbi Witelove *Optike* Rabljanin je proveo u djelo, uputivši Witelu nekoliko prigovora o važnim pitanjima. Pritom, važno je istaknuti, nije osporavao izreke Witelovih stavaka, nego se sučeljavao s njegovim 'nejasno' izrečenim razlozima i upozoravao na izostanak dokaza. U toj je sastavnici de Dominisov rukopis zacijelo bio posve dotjeran.

Među Witelovim stavicima kojima je de Dominis prigovorio bio je i 69. uz koji je Witelo zabilježio svoj opažaj: »a takvu dugu, ne jednu, ne samo dvije, nego i četiri istodobno vidjeli smo u Padovi upravo pri Sunčevu zalasku.«¹³⁹ Witelovo tumačenje višestruke duge de Dominis je reinterpreterao ontološkim domišljajem: »Znam da je i isti Witelo u 69. stavku desete knjige *Optike* očitovao da je vidio kako više dugā istodobno zajedno sjaju. Pa ipak, sam izjavljuje da one nisu prave duge, nego drugi neki utisci i odbijanja svjetla.«¹⁴⁰ I drugi put s istim ontičkim opisom, kad uz dugu dopušta »stanovite obojene utiske, kakva je četiri utiska, kako svjedoči u 69. stavku desete knjige, Witelo istodobno opazio u Padovi.«¹⁴¹ Naprotiv, Witelo je pojavu izrijeckom nazvao dugama,¹⁴² premda je njezin nastanak protumačio na drugi način.

Uz to, iz desete se Witelove knjige de Dominis pozvao i na tablicu koju je Poljak, slijedeći Alhazena, priložio za kutove loma iz rjeđeg u gušće sredstvo, ali je, dopunjujući Alhazena, sastavio novu tablicu za kutove loma pri širenju svjetlosti u obratnom smjeru – prijelazom iz gušćeg u rjeđe sredstvo u trima slučajevima: iz vode u zrak, iz stakla u zrak, iz stakla u vodu.¹⁴³ Na Witelovu je tablicu, važno je uočiti, de Dominis uputio već na početku svoje

¹³⁸ De Dominis, *De radiis*, p. 46: »Vitello egregius Mathematicus, in extremo fere opere suae opticae, aliquot propositionibus quaecunque ad Iridem videntur spectare est complexus: nihil tamen aut valde parum ab Arist[otele] discrepat: et si quid habet proprii, praeter nimiam obscuritatem, id infra ponderabimus.«

¹³⁹ Vitello, *Optica*, l. 10, n. 69, pp. 463–464, na p. 464: »et talem iridem non unam, nec duas tantum, sed etiam quatuor simul vidimus Paduae sole iam ad vesperam declinante, ...«

¹⁴⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 70: »Scio etiam eundem Vitellonem 69.10. fateri se vidisse plures Irides eodem tempore simul fulgentes. Sed tamen ipsemet asserit illas non esse veras Irides, sed alias quasdam lucis impressiones et reflexiones.«

¹⁴¹ De Dominis, *De radiis*, p. 71: »... quasdam impressiones coloratas: quales se quatuor uno tempore vidisse Patavii testatur Vitello 69.10.«

¹⁴² Vitello, *Optica*, p. 464: »Eas autem irides ...«

¹⁴³ Vitello, *Optica*, l. 10, n. 8, p. 412. Usp. kritičku ocjenu Witelove tablice: Boyer, *The rainbow*, p. 105.

rasprave: u desetoj pretpostavci drugoga poglavlja, gdje je riječ o lomu svjetlosne zrake na ravnom dioptru.¹⁴⁴

Premda je popis de Dominisovih vrela, kako pisaca tako i spisa, poduži i dojmljiv, lako je uočiti da su s njega izostale neke vrijedne jedinice o dugi. Od renesansnih izdanja, tiskanih do 1595, de Dominis nije spomenuo tri važna djela: *Quaestiones in quatuor libros Meteororum* (1510) Timona Židova, *De iridibus doctrina Aristotelis et Vitellionis* (1579) Johanna Fleischera i *De refractione* (1593) Giambattiste della Porte. Prva dva najvjerojatnije mu nisu bila dostupna. Možda je najteže razumjeti zašto se Rabljanin nijednom nije pozvao na della Portu.

I u komentarima se de Dominis iskazao kao upućen, vješt i uvjerljiv prosuditelj. Da se vjerno opiše kako je prodirao do značenja teksta, dobro mogu poslužiti uzorci dvaju istaknutih mišljenja o nastanku i poretku bojā, prvo Aristotelova sentencija o trima duginim bojama, a potom njezina korjenita preinaka u komentaru Alberta Velikog.

Za de Dominisa su Aristotelovi stavovi o bojama u *Meteorologiji* značili samo jedno: »boje i njihov poredak treba tumačiti slabošću ili jakošću odbijanja«. ¹⁴⁵ Da duga mora biti trobojna, što Aristotel nastoji dokazati u četvrtom poglavlju treće knjige *Meteorologije*,¹⁴⁶ de Dominis tumači uz pomoć crteža (sl. 13).¹⁴⁷ Zraka GC, koja na zastor vodene pare pada pod najvećim kutom, od svih je zraka snopa Sunčeve svjetlosti najslabija kad prilazi pari i prema tomu najjača kad se od nje odbije, pa će CA kao najjača zraka cijeloga odbijenoga snopa sadržavati najviše svjetlosti i imati najsvjetliju boju – svijetlocrvenu. Promatrač u A uočiti će da je točka C obojena u svijetlocrveno. Naprotiv, zraka GE, ona s najmanjim kutom upadanja, bit će najjača kad

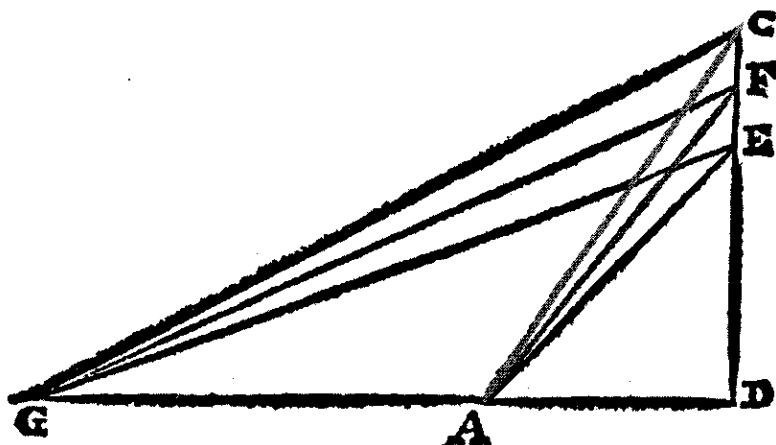
¹⁴⁴ De Dominis, *De radiis*, p. 4: »et hoc facile ostenditur ex traditis à Vitellone 8.10.«

¹⁴⁵ De Dominis, *De radiis*, p. 45: »Aristotelis in Meteoris verba equidem eam habere sententiam puto, ut velit et colores, et colorum ordinem per debilitatem, aut fortitudinem reflexionum esse explicandam, hoc pacto.«

¹⁴⁶ Aristotel, *Meteorologika*, 374b24–375b10. Usp. dva kasnorenesansna izdanja: »Aristotelis Stagiritae, Meteorologicorum liber tertius, cum Alexandri Aphrodisiensis commentariis.«, u: *Alexandri Aphrodisiensis maximi Peripatetici, in quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis, commentatio lucidissima*, Alexandro Piccolomineo interprete. (Venetijs: Apud Hieronymum Scottum, 1561), pp. 68–90, na pp. 79b–82a; »Aristotelis Meteorologicorum liber tertius.«, u: *Aristotelis Stagiritae Physicorum libri VIII. Omniaque Opera, quae ad Naturalem Philosophiam spectare videntur*. Pars tertia. Summae, & Capitum divisiones, explanationesque ex Simplicio, Ioan. Gram. & Averroe. Curtii Marinelli solutiones quaestionum in lib. Physicorum à gravioribus philosophis acceptae. (Venetijs: Apud Nicolaum Morettum, 1585), pp. 742–760, na pp. 752–754. Prvim se izdanjem, s podjelom na *capita* i *textus*, de Dominis sigurno služio, ali je Aristotelove tvrdnje navodio i prema izdanju u kojem je tekst podijeljen na *summae* i *capita*, najvjerojatnije prema Morettijevu mletačkom izdanju. Da se de Dominis pozivao na *summae* i *capita* treće knjige Aristotelove *Meteorologije*, uvjeri se u: De Dominis, *De radiis*, p. 47.

¹⁴⁷ De Dominis, *De radiis*, p. 46.

pristupa kišnom zastoru i zato najslabija kad se od njega odbije, dakle imat će najtamniju boju – modru. Za promatrača u A točka E bit će modre boje. Srednja zraka GF snopa odlikovat će se srednjim intenzitetom prilikom upadanja na vodeni zastor pa će takvog intenziteta biti i nakon odbijanja, zato će biti zelene boje. Svoje je tumačenje Aristotelova izlaganja o trima bojama dugina luka de Dominis zaključio s *videtur*. »Meni se čini da na taj način treba rastumačiti ono što Aristotel kaže o poretku i rasporedu duginih boja. Nadalje, on iz sile i svojstva odbijanja izvršno izvodi kružnicu [= kružni oblik duge].«¹⁴⁸



G Sunce
CD para
A oko

Slika 13. Poredak triju boja u dugu prema Aristotelovoj *Meteorologiji* u de Dominisovu prikazu: obojene zrake usmjerene prema motriteljevu oku. De Dominis, *De radiis*, p. 46.

Nakon komentara Aristotelova odlomka o trima bojama de Dominis je u jedanaestom poglavlju pod naslovom »Prosuduju se prije spomenute sentencije o bojama« pretežito komentirao Albertov komentar dotičnoga mjesta. To je poglavlje izvrstan primjer kako se de Dominis okušao u komentaru komentara, ali i u britkoj ocjeni znanstvenog rada velikog aristotelovca. Osnažen vlastitim tumačenjem odnosnoga Aristotelova teksta, mogao je lako uočiti da je Albert odstupio od Aristotelova nauka u polazištu – gdje je riječ o uzroku duge. Za Alberta duga nastaje tako da zrake prolaze kroz

¹⁴⁸ De Dominis, *De radiis*, p. 46: »Atque hoc modo explicandus mihi videtur Arist. circa ordinem colorum Iridis, et dispositionem. Circulum porro aegregie ex reflexionis vi ac proprietate deducit;«

paru »i na oblaku, koji je iza pare, prijanja onim načinom kojim se na zidu hvataju boje iz trokutnog stakla koje je izloženo Suncu«. ¹⁴⁹ Boje pak nastaju zbog različitih omjera svjetla i tame: u svom gornjem dijelu para je plinovitija, rjeđa i tanja pa se svjetlu primiješa manje tame i dobiju svjetlije boje; što je niže, to je para gušća, deblja i zemljovitija pa zbog više tame nastaju tamnije boje. Protiv Albertove sentencije de Dominis je naprije upotrijebio argument *Aristoteles dixit*: »odbijanje je uzrok duge«, ¹⁵⁰ ali se na tomu nije zaustavio. Da vrijedi Albertova tvrdnja, posegnuo je de Dominis za novim argumentom, »svi bismo vidjeli istu dugu kao što vidimo onu koja nastaje na zidu od trokutnog kristala.« ¹⁵¹ Albertu se, uz poznavanje pokusa s prizma, suprotstavio i svakodnevnim iskustvom: »svatko vidi svoju dugu i ona se pomiče kako se oko pomiče«, ¹⁵² što nužno vodi prema zaključku da dugu uzrokuju odbijene zrake. »Duga, dakle, nije kružnica utisnuta u oblak.« ¹⁵³ Dokazi? Prvi: dugu vidimo i kada iza pare postoji vedro nebo. Drugi: kad voda istječe iz otvora i sitno se uokolo raspršava, nastaje umjetna duga, a da iza mlaza nema nikakva oblaka. Na razmaku u kojem kod duge uočavamo raspon od crvene do modre boje para se ne mijenja u tolikoj mjeri u kojoj bi to zahtijevalo Albertovo obrazloženje. Dokaz? Cijelu dugu, pa time i crvenu boju, možemo opaziti posve blizu zemlje, a ne samo u gornjem sloju pare, kako hoće Albert. Sustavno i uspješno ustao je de Dominis protiv Albertove reinterpretacije Aristotelova nauka, a čvrsto i s dobrim razlogom stao uz temeljni Aristotelov uvid: duga nastaje odbijanjem svjetlosnih zraka. Tko bi u tom trenu mogao pomisliti da čitatelja de Dominisove rasprave uskoro čeka najveće iznenađenje? Pa ipak, de Dominis je svoj kritički napor usmjerio

¹⁴⁹ De Dominis, *De radiis*, p. 44: »et in nube quae est post vaporem recipiantur, eo modo quo in pariete recipiuntur colores ex vitro triangulari soli obiecto prodeuntes;«

¹⁵⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 47: »... reflexio ..., quam tamen esse Iridis causam dixit aperte Arist.lib.3.Meteor.sum.2.cap.1.« Usp. odnosno mjesto u Morettijevu izdanju Aristotelove *Meteorologije*: »Aristotelis Meteorologicorum liber tertius.« (Venetiis: Apud Nicolaum Morettum, 1585), summa secunda, caput primum, na p. 745: »De Area autem, et Iride, quid utrunque, et propter quam causam fit, dicamus, et de Pareliis, et Virgis; etenim omnia haec fiunt propter eandem causas invicem.«; na p. 746: »Causa autem horum omnium, eadem; omnia enim haec refractio sunt.« Vidi i Scotovo izdanje koje je priredio Piccolomini: »Aristotelis Stagiritae, Meteorologicorum liber tertius, cum Alexandri Aphrodisiensis commentariis.« (1561), p. 71, tex. 9.: »De Halo autem et Iride, quid utrunque, et propter quam causam fit, dicamus, et de Pareliis et Virgis: etenim omnia haec fiunt propter eandem causas invicem«; p. 72, tex. 10.: »Causa autem horum omnium, eadem: omnia enim haec refractio sunt.«

¹⁵¹ De Dominis, *De radiis*, p. 47: »et omnes eandem [Iridem] videremus, ut videmus eam quae fit in pariete ex chrystallo trigona;«

¹⁵² De Dominis, *De radiis*, p. 47: »quia enim unusquisque suam [Iridem] videt, quae ad mutationem oculi mutatur et ipsa, ideo necessario conficitur reflexione opus esse.«

¹⁵³ De Dominis, *De radiis*, p. 47: »Iris itaque non est circulus in nube impressus.«

upravo prema Aristotelovu nauku: »U Aristotelovoj sentenciji ono što on navodi o postanku i poretku bojā mene ne zadovoljava.«¹⁵⁴

Ukratko, da bi razumio Aristotela, postao je de Dominis komentatorom treće knjige njegove *Meteorologije*, korjenito drukčijim od Alberta Velikog i mnogih drugih, a kad ga je proučio, jasno je očitovao nezadovoljstvo nekim Aristotelovim rješenjima. Premda njegov doprinos propuštaju zabilježiti i neki temeljiti suvremeni priređivači izdanja Aristotelove *Meteorologije*, primjerice Hans Strohm,¹⁵⁵ i de Dominis zaslužuje da bude uvršten među vrsne kasnorenesansne komentatore toga djela.

Pri tumačenju duge ključno je pitanje bilo ono o uzroku, koje je postavio još Aristotel. Kad je de Dominis Aristotelov nauk o uzroku duge odabrao za polazište svoga tumačenja, nedvojbeno je i s pravom postao aristotelovcem. Slijedio je tri Aristotelove tvrdnje:

1. »odbijanje je uzrok duge«;¹⁵⁶
2. nebeska duga i umjetna duga, izazvana kad sunčana zraka padne na vodeni mlaz što se raspršuje iz otvora ili oteče s vesla pri njegovu izvlačenju iz mora, »nastaju zbog istog razloga i na isti način«;¹⁵⁷
3. vanjska, »druga duga nastaje na posve isti način kao i prva«, unutrašnja, »ali iz višeg dijela iste površine pare«.¹⁵⁸

Nakon Aristotelova temeljnog *zašto*, opisati i rastumačiti *kako* duga nastaje – u tome se sastojao de Dominisov napor u pokusima i dokazima, pa onda i njegov izvorni doprinos tumačenju duge.

¹⁵⁴ De Dominis, *De radiis*, p. 49: »In Aristotelis sententia, quae ille affert de generatione colorum, et ordine in Iride mihi non satisfaciunt;«

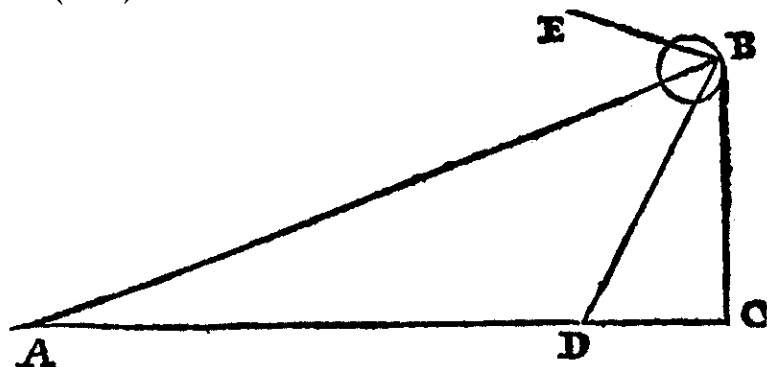
¹⁵⁵ Hans Strohm, »Einleitung«, u: Aristoteles, *Meteorologie / Über der Welt*, übersetzt von Hans Strohm (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1984), pp. 121–134, o četirima epohama u problemskoj povijesti Aristotelove *Meteorologije* na pp. 122–124, o Petriću, Zabarella i ponajviše o Vimercatiju kao istaknutim renesansnim tumačiteljima *Meteorologije* na p. 132.

¹⁵⁶ De Dominis, *De radiis*, p. 47: »tum quia [secundum Albertum] reflexio nullum locum haberet in Iride, quam tamen esse Iridis causam dixit aperte Arist.lib.3.Meteor.sum.2.cap.1.« Naglašavanje kurzivom je moje.

¹⁵⁷ De Dominis, *De radiis*, pp. 49–50: »Quarto, certe in Iride artificiali quae fit ex aqua ore conspersa in radio Solis, aut nautarum sublata remis in mari, haec diversitas fortitudinis reflexionis locum non videtur habere, cum Iris haec fit valde parva, exiguae diametri, et radii eam reflectentes sint valde prope perpendiculararem; et tamen eadem cernitur colorum dispositio quae in coelesti; Utranque autem eandem ob causam et eodem modo fieri fatetur Arist.[oteles] circa medium cap.3.«

¹⁵⁸ De Dominis, *De radiis*, p. 59: »Melius igitur Aristoteles, et cum illo Piccolomineus, et Vitello 72.10. eodem prorsus modo secundam Iridem fieri atque primam censuerunt; sed ex altiori parte eiusdem superficiei vaporis.«

Da bi protumačio nastanak duge, de Dominis je u »prvom« dijelu svoje rasprave pripremio čvrste temelje. Uz izravni poziv na posljednju matematičku propoziciju bilo mu je jednostavno učiniti tek jedan korak: kapljice »iz svoga konkavnog dna, nasuprotnog Suncu, odbijaju onu jaku i umnoženu svjetlost na onaj način kako sam učio gore, u sedmoj propoziciji četvrtoga poglavlja. I baš to odbijanje, koje nastaje na mjestima koja su najbliža dnu kapljice, stvara onu običnu dugu, koja, kad su dvije, postaje unutrašnja i niža.«¹⁵⁹ (sl. 14)



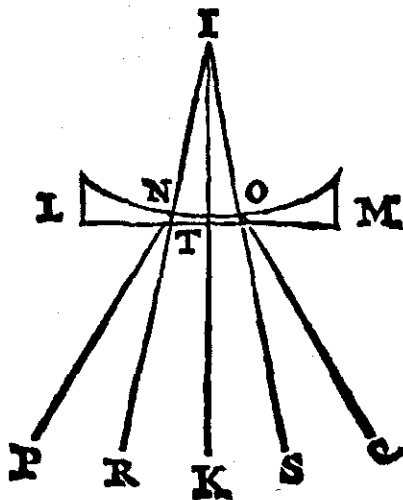
- A Sunce
 BC para, zastor sastavljen od kapljica
 D oko
 B konkavno dno kapljice gdje se zraka odbija

Slika 14. Nastanak unutrašnje duge jednim odbijanjem na unutrašnjoj stijenci kapljice: skica uz izvorno de Dominisovo tumačenje. Nije ucrtan lom zrake AB pri ulasku u kapljicu niti lom zrake BD pri izlasku iz kapljice. De Dominis, *De radiis ... lucis in ... iride*, p. 55.

Sama de Dominisova tvrdnja o nastanku unutrašnje duge, da nju stvara odbijanje (u jednini!) zrake na unutrašnjoj stijenci kišne kapi, glasi točno. Prati je obrazloženje koje spominje »jaku i umnoženu svjetlost« (*intensa et multiplicata lux*) i tu negdašnji padovanski profesor matematike izravno upućuje na svoje »matematičko« polazište. U tom polazištu, pa onda i ovdje, tek se može slutiti što pisac razumijeva pod »jakom i umnoženom svjetlošću«. Čini se da pod tim izričajem razumijeva snop lomljenih zraka koji se usmjerava prema dnu kapljice. To pak znači da de Dominis u tekstu ne prati hod pojedinačne svjetlosne zrake, nego nastoji što vjernije opisati što se događa

¹⁵⁹ De Dominis, *De radiis*, p. 54: »guttulae ... ex fundo ipsarum concavo, Soli opposito, lucem illam intensam et multiplicatam reflectunt, eo modo quo supra docui cap.4. propos.7. Et illa quidem reflexio quae statim fit ex proximis fundo guttae lateribus, facit Iridem ordinariam illam quae, quando sunt duae, interna est et inferior.«

sa snopom svjetlosnih zraka. Drukčije postupa u skici (sl. 14), gdje shematski prikazuje upravo hod pojedinačne zrake. Taj je likovni prikaz manjkav jer nije ucrtan ni lom zrake pri ulazu u kapljicu ni njezin lom pri izlazu iz kapljice, što je bilo jednostavno izbjeći da se de Dominis pozvao na pravilo loma na zakrivljenoj granici između dvaju prozirnih sredstava, kako je zabilježeno i nacrtano u jedanaestoj točki drugoga poglavlja (sl. 15).



Slika 15. Lom svjetlosnih zraka na plankonkavnoj leći LM. De Dominis, *De radiis*, u 11. postavci drugog poglavlja, p. 6.

Zašto, dakle, de Dominis na popratnoj skici nije ucrtao lom zrake pri prolazu kroz kuglastu plohu? De Dominisov zaključak o nastanku unutrašnje duge zazvučao je aristotelovski, jer je spominjao samo odbijanje svjetlosti. Tâ u istom je poglavlju još jednom naglasio: »I tako duga ... nije ništa drugo nego odbijena Sunčeva svjetlost.«¹⁶⁰ Je li odabirom takva polazišta u tumačenju duge de Dominis stvorio epistemološku barijeru koja mu je priječila da u svoj zaključak uključi i lomove zrake pri prijelazu iz zraka u vodenu kuglicu i iz vodene kuglice u zrak?

Pa ipak, de Dominis je naknadno, i to triput, dopunio svoju temeljnu tvrdnju o nastanku duge – izrijeком upozorujući na lom ulazne zrake. Prvi je put o lomu progovorio dok je proučavao poredak duginih boja: razlog i uzrok uočenom poretku »treba tražiti u naravi odbijanja, koje se ne bez prethodnoga loma zbiva u kuglicama ili kapljicama orošene pare, kako smo ras-

¹⁶⁰ De Dominis, *De radiis*, p. 55: »Iris itaque, ..., nihil aliud est quàm lux Solis reflexa.«

tumačili u sedmoj propoziciji četvrtoga poglavlja, ...¹⁶¹ A tu je propoziciju, već sam ranije istaknuo, pratio crtež na kojem se lomi i ulazna i izlazna zraka!

I pitanje »Odakle dugi širina?» potaknulo je de Dominisa da točnije opiše hod zrake: »to nije čisto odbijanje, nego odbijanje nakon što je nastao lom i, dosljedno, nakon što se sabralo više zraka, kako sam izložio u sedmoj propoziciji četvrtoga poglavlja ...¹⁶²

Istu je tvrdnju još jednom ponovio – dok je, slažući se s Aristotelom, tumačio da se duga i vijenac (*Corona sive Halo*) razlikuju po nastanku iako im je uzrok, a to je odbijanje, isti: »duga nastaje odbijanjem, ne bez prethodnog loma, unutar debljine kapljice rose, a vijenac nastaje čistim i pukim odbijanjem od konveksne površine kapi ...¹⁶³ U svim trima navodima riječ je o lomu ulazne zrake na konveksnom pročelju kuglice.

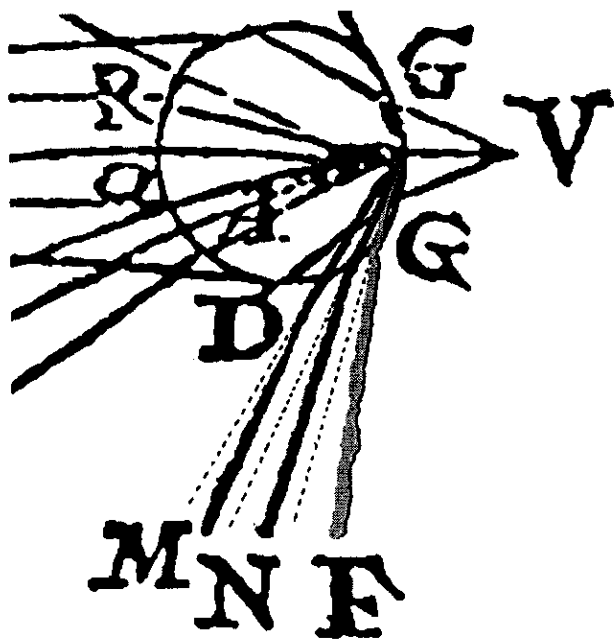
Uz obrazloženja o tomu kako duga nastaje de Dominis je unutar vlastitoga rješenja iznovice pristupao pitanju o poretku bojā (*ordo colorum*), prvo u unutrašnjoj, potom u vanjskoj dugi. Razlog za pokusima potvrđen poredak bojā u unutrašnjoj dugi valja potražiti »u naravi odbijanja« (*ex natura reflexionis*) na unutrašnjoj stijenci malenog vodenog tjelešca. A to je za de Dominisa značilo (sl. 16): »zraka GF od svih je najsvjetlija jer prolazi kroz najmanju debljinu tjelešca A; sljedeća pak zraka GN nešto je tamnija jer je nešto veća debljina kuglice A kroz koju se treba probiti; napokon, zraka GM je najtamnija jer se probija kroz još veću debljinu. Zato je zraka GF svijetlocrvena, zraka GN zelena, zraka GM modra, što potvrđuju i pokusi.«¹⁶⁴

¹⁶¹ De Dominis, *De radiis*, p. 56: »Cur verò ita fiat ut supremi radii sint lucidiores; medii obscuriores: infimi verò adhuc obscuriores, ratio et causa meo iudicio tota petenda est ex natura reflexionis, quae non sine praecedenti refractione fit à globulis, seu stillulis vaporis roridi, ut à nobis explicatum est cap.4.propos.7. ubi latitudinem quandam assignavimus, cogentibus id experimentis, et ratione, tali reflexioni.« Naglašavanje kurzivom je moje.

¹⁶² De Dominis, *De radiis*, pp. 58–59: »Respondeo hanc non esse puram reflexionem, sed reflexionem post factam refractionem, et consequenter post congregatos plures radios, ut exposui cap.4.propos.7. ...« Naglašavanje kurzivom je moje.

¹⁶³ De Dominis, *De radiis*, p. 77: »Deinde quod Iris fit ex reflexione, non sine refractione praecedenti intra crassitiem guttulae roridae, corona verò fit ex pura et mera reflexione, ex superficie convexa guttae, ...« Naglašavanje kurzivom je moje.

¹⁶⁴ De Dominis, *De radiis*, p. 56: »... dicimus radium GF. esse omnium lucidissimum quia pertransit minimam crassitiem corpusculi A. radium verò sequentem GN. esse paulo obscuriorem quia paulo maior ei est globuli A. penetranda crassities; ac demum radium GM. esse obscurissimum, quia adhuc maiorem penetrat crassitiem. Itaque radius GF. erit puniceus GN. viridis, GM. purpureus. Quod etiam experimenta confirmant.«



Slika 16. Nastanak i poredak boja u unutrašnjoj dugi prema de Dominisovu tumačenju: boja kao funkcija puta reflektirane zrake kroz vodeno tjelešće. De Dominis, *De radiis*, u 7. propoziciji četvrtog poglavlja, p. 14, povećani i obojeni detalj.

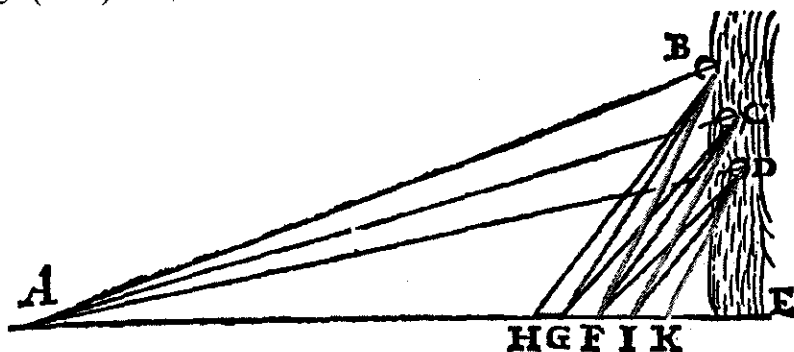
Dok je već ranije usvojio Aristotelovo polazište da boja ovisi o omjeru svjetla i tame ili, u izvornom izričaju, »zbog primiješanosti tame« (*ob admixtionem opacitatis*),¹⁶⁵ prema ovom de Dominisovu izvodu boja ovisi o duljini puta svjetlosne zrake kroz prozirno sredstvo nakon (prvoga) odbijanja na unutrašnjoj stijenci vodene kuglice. I aristotelovsko polazište i izvedeni zaključak da je boja funkcija prijeđenog puta odbijene svjetlosti ne vrijede. Oni su samo podsjećanje na Rabljaninov pokušaj da se ili kvantificira Aristotelov nauk o nastanku boja ili da ga se dopuni.

U poglavlju »Vlastito tumačenje vanjske duge« (*Exterioris Iridis propria explicatio*) de Dominis se isključivo oslonio na temeljni svoj opažaj o dvama izlaznim snopovima, koji nastaju odbijanjima na unutrašnjoj stijenci kapljica pare. Tu je prvi put razlikovao zrake prvoga i drugoga reda (*radii prioris ordinis, radii alterius ordinis*).¹⁶⁶ To mu je razlikovanje poslužilo da lako protumači nastanak obaju duga: zrake prvoga reda, očito nastale nakon prvog od-

¹⁶⁵ De Dominis, *De radiis*, p. 56.

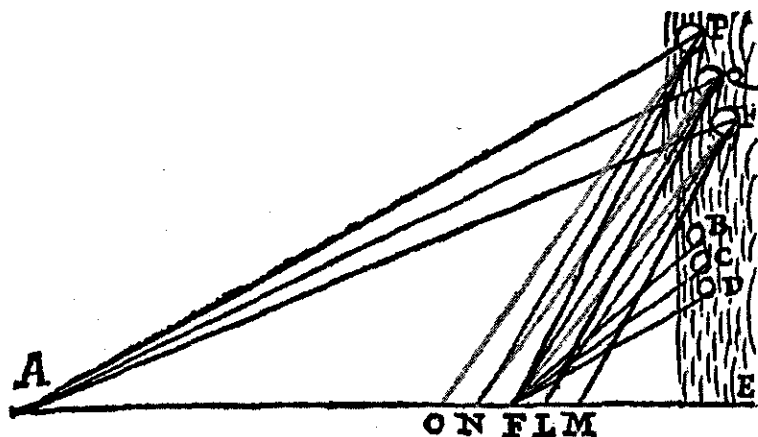
¹⁶⁶ De Dominis, *De radiis*, na pp. 63–65.

bijanja na stijenci vodenih kapljica, prikazuju unutrašnju dugu (sl. 17), a zrake nastale nakon drugog odbijanja ili, kako ih de Dominis prepoznaje, »zrake drugog reda koje izlaze iz prednjega dijela kuglica« prikazuju vanjsku dugu (sl. 18).



A Sunce
BCDE zastor od kapljica pare
F oko

Slika 17. Nastanak unutrašnje duge u de Dominisovu shematskom prikazu. U crtani su samo izlazni snopovi koji su u kuglicama B, C, D nastali nakon prvog odbijanja. Predložak da se protumači i poredak boja u unutrašnjoj dugi. De Dominis, *De radiis ... lucis in ... iride*, p. 57.



A Sunce
PE zastor od kapljica pare
F oko

Slika 18. Nastanak vanjske duge u de Dominisovu shematskom prikazu. Unutrašnja duga nastaje u kapljicama B, C, D po izlaznim snopovima, koji su nastali nakon jednog odbijanja na unutrašnjoj stijenci kapljica. Vanjska duga nastaje u kapljicama P, Q, R po izlaznim snopovima, koji su nastali nakon dvaju odbijanja na unutrašnjoj stijenci kapljica. Predložak da se protumači i poredak boja u vanjskoj dugi. De Dominis, *De radiis ... lucis in ... iride*, p. 64.

Slične su interpretativne nevolje s lomom zrake pratile de Dominisa i dok je tumačio nastanak vanjske duge. Uz tvrdnju da oko razlučuje/opaža dvije koncentrične duge de Dominis je napomenuo da se izlazne zrake drugog reda, zbog kojih oko opaža vanjsku dugu, *možda lome* pri izlasku iz kuglice: »dijelom možda od nekog loma pri izlasku iz kuglice, koji lom biva od okomice, kako je izloženo u drugom poglavlju, u 10. i 11. pretpostavci, ...«¹⁶⁷ A što je splitski nadbiskup izložio u tim dvjema matematičkim pretpostavkama? U desetoj pretpostavci, između ostaloga, izložio je, pozivajući se na Poljaka Witela, kako se lomi zraka na ravnoj granici pri prijelazu iz rjeđeg u gušće prozirno sredstvo, a kako pri prijelazu iz gušćeg sredstva u rjeđe. Za primjer rjeđeg sredstva naveo je zrak, a za primjer gušćeg vodu. A upravo se pri izlasku zrake iz kišne kapljice u zrak zbiva lom zbog prijelaza iz gušćeg u rjeđe sredstvo. Zašto onda stoji ono »možda« u opisu zrakā koje tvore vanjsku dugu? Prema desetoj pretpostavci moralo je stajati »uvijek«. U jedanaestoj pretpostavci, uz ostalo, de Dominis je zaključio da zakrivljenost optičkog stakla »ponajviše pomaže lomove, i što ne može narav stakla, ipak može njegov (ob)lik.«¹⁶⁸ Takvu pak zakrivljenost mogao je uočiti na kišnoj kapi kad je tumačio dugu. Ponovo treba zapitati: zašto onda nije napisao »ponajviše«, nego »možda«? Propitivanje de Dominisova teksta o vanjskoj dugi upućuje na zaključak da pri tumačenju duge de Dominis nije dosljedno primijenio svoje spoznaje o osnovama optike, pa time dodatno biva osnaženo Bartolijevo svjedočanstvo da je objavljeni tekst nastao sređivanjem starih bilježaka. Tako se pitanje o vrijednosti de Dominisovih znanstvenih zaključaka iznova promiseće u pitanje o genezi rukopisa.

Mjesto de Dominisove optičke rasprave u Galilejevoj epohi

Optička rasprava *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* Marka Antuna de Dominisa odobrena je za tisak 27. siječnja 1610, 32 dana prije znamenitoga Galilejeva astronomskog izvješća *Sidereus nuncius*, a objavljena je najranije u listopadu 1611, više od godinu i po dana nakon Galilejeva djelca. Ako je Galilejev javni nastup s dalekozorom 1609. i bio povodom za konačno priređivanje i objavljivanje de Dominisove rasprave, ona je očuvala strukturu de Dominisova pristupa optičkim pitanjima iz njegovih profesorskih dana (1588–1595): temelji geometrijske i fizikalne optike, uvod o nastanku vida, sažeta teorija leća, tumačenje duge. Najkasnije početkom 1610. izlaganju o lećama pridodan je kratak a dragocjen prinos teoriji

¹⁶⁷ De Dominis, *De radiis*, p. 65: »..., partim fortasse ex aliqua fractione in egressu ex globulo, quae fiat à perpendiculari, ut traditum est supra cap.2.suppos.10. & 11. ...«

¹⁶⁸ De Dominis, *De radiis*, p. 6: »curvitas enim illa plurimum iuvat fractiones, et quod natura vitri non potest, potest tamen figura.«

dalekozora, napisan prije Keplerova i Claviusova očitovanja o Galileievu dalekozoru, prvi koji je sastavljen nakon 25. kolovoza 1609.

U prvom dijelu rasprave pokušao je de Dominis nanizati sve pretpostavke i poučke na koje će se pozvati tijekom optičkih istraživanja. U zamisli nije polučio potpun uspjeh. Glavno je obilježje de Dominisovih optičkih polazišta vrijednosna neujednačenost: neke su tvrdnje točne, neke netočne, neke nerazgovijetne s točno opisanim učincima. Slično se dogodilo i s temeljnim pojmovima. Primjerice, uveden je pojam vidnog kuta, ali ne i žarišne daljine. Zato prvi dio rasprave doprinosi kako ispravnim tako i pogrešnim tumačenjima optičkih pojava u ostatku rasprave.

Drugi dio rasprave započinje izlaganjem o manama očinjega vida. Ono podrazumijeva razveden nauk o nastanku vida, a tu se de Dominis našao u procijepu između samonametnutih polazišta i nerazgovijetna vlastitog rješenja. Za razliku od očne leće, Rabljanin se vješto bavio optičkim lećama; čak mu ni njegov nauk o nastanku vida nije pritom pričinjao teškoće. Kako je oskudno poznavao temeljne optičke veličine, primjerice, pojam žarišne daljine shvatio je tijekom pokusa, a nije se, kao u drugim dijelovima rasprave, pozivao na svoja omiljena vrela, pri izricanju zaključaka o lećama glavni su mu oslonac bili upravo pokusi.

U onom svom dijelu koji se ticao dalekozora, dakle u osmom i devetom poglavlju, de Dominisova rasprava niti je zamišljena niti ostvarena kao spis koji će se zalagati za ili protiv Galileia i po tomu je sebi priskrbila povlašten položaj, k tomu neuočen u povijesnim i filozofskim proučavanjima Galileieve epohe. Ona je, po tim dvama poglavljima, rasprava i o dalekozoru i u prilog dalekozoru. Za razliku od Cremoninija, ontički status predmeta promatranog dalekozorom de Dominisu uopće nije bio sporan. Unutar kasno-renesansne akademske zajednice on se bitno razlikovao od onih koji su iz načelnih razloga (*Libri*, Cremonini) ili iz straha (*Medici*) odbili pogledati kroz cijev nove sprave. S druge strane, za razliku od Keplera, de Dominis nije nijednom izravno spomenuo Galileia; tu je zadaću prepustio urednikovu predgovoru. Neizravno mu je ipak uputio dva prigovora. Ograničivši se na teoriju i konstrukciju dalekozora, Rabljanin je o njegovoj uporabi pisao neizravno – samo koliko je bilo nužno da se protumači princip njegova rada. Najvjerojatnije je to razlogom da je u svom djelu propustio napisati u kojim će se znanostima dalekozor osobito koristiti. Napose je prešutio važnost dalekozora za astronomiju. Začudo, dvojio je o tomu koliko se instrument može usavršiti, i to s obzirom na njegov glavni učinak – povećanje predmeta. Time je proturiječio jednoj od osnovnih nakana svoga rukopisa – »čudesnim učincima« (*effectus mirabiles*) leća!

Da bi protumačio dugu, odabrao je de Dominis tri pristupa: povijesni prikaz tumačenja duge od Aristotela do renesansnih prirodnih filozofa, komentar treće knjige Aristotelove *Meteorologije* i izvornu znanstvenu raspravu (*nova et propria disputatio*) temeljenu na vlastitim pokusima i obrazloženjima. Iz renesansnoga prirodnofilozofskog ozračja usredotočio se samo na četvoricu: Piccolomini, Cardana, Scaligera i Vimercatija, a izostavio je della Portu. Kao komentator Aristotela bitno se razlikovao od Alberta Velikog i bio kritičan prema nekim Aristotelovim rješenjima. Ipak, na tragu Aristotelova polazišta »Odbijanje je uzrok duge.« ponudio je vlastita tumačenja o nastanku unutrašnje i vanjske duge. U njima je izvorni doprinos bio popraćen ponekom nejasnoćom u obrazloženju i manjkavostima u likovnom prikazu pokusa. De Dominisovo je tumačenje duge bilo nejasno upravo ondje gdje se to najmanje moglo očekivati: on nije dosljedno primijenio stavak o lomu svjetlosti pri prijelazu iz jednog u drugo prozirno sredstvo, i to stavak koji je jasno izrekao na početku rasprave. K tomu, opisujući pokuse sa staklenom kuglicom ispunjenom vodom nije razlučio hod pojedinačne zrake i prikaz snopa svjetlosnih zraka. Ta je trajna de Dominisova dilema, pratiti u pokusu jednu zraku ili njihov snop, učinila nerazgovijetnim i njegovo teorijsko obrazloženje i likovni prikaz ključnoga pokusa.

Teme su se mijenjale, a pisac je na stranicama svoje rasprave povezivao teoriju i eksperiment, i to češće nego što su mu mnogi proučavatelji njegova djela bili spremni priznati. U uvodu, gdje je izlagao geometrijske i fizikalne temelje optike, de Dominis je uputio na jedan jedini pokus sa staklenom kuglicom ispunjenom vodom, ključan za kasnije tumačenje duge. Ono što je u tom prvom prikazu pokusa bilo nejasno ostalo je nejasno i u kasnijim tumačenjima unutrašnje i vanjske duge, ali ono što mu je bilo jasno postalo je jezgrom njegova izvornog doprinosa. Na temelju pokusa s lećama Rabljanin je točno, u kvalitativnom smislu, opisao lom zraka na plankonveksnoj i plankonkavnoj leći, premda je, posve neočekivano, uveo dva uzroka u svoje tumačenje: *natura* i *figura* prozirnog sredstva. Dok je višekratno pomicao bikonkavnu leću duž optičke osi, shvatio je pojam žarišne daljine leće. U poglavljima o duginim bojama kratko je izvijestio da je pojavu duginog spektra uočio s pomoću novih objekata: prizme, staklene čaše, čak i prozorskih stakala. Ponekad je vjernost eksperimentalnom nalazu utrla put pogrešnom teorijskom zaključku, primjerice tvrdnji da mogu postojati najviše dvije duge. Ponekad je teorijska pozadina otežavala točno razumijevanje pokusa, primjerice Aristotelov nauk o nastanku boja pri zaključku da boja ovisi o dužini odbijene zrake u prozirnem sredstvu. Prožimanje teorije i eksperimenta zbivalo se u de Dominisa s promjenjivom fortunom.

PRILOG 1

Kazalo rasprave De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus (1611) Marka Antuna de Dominisa

[*Index capitum.*]

	pp.
Cap. I. <i>Propositio dicendorum.</i>	1–2
Cap. II. <i>Suppositiones tam ex Physicis quàm ex Mathematicis.</i>	2–6
Cap. III. <i>Propositiones Physicæ, quæ ad præsens negotium faciunt.</i>	6–10
Cap. IIII. <i>Propositiones ex Mathematicis huc necessariae.</i>	10–14
Cap. V. <i>Defectus Visionis directæ.</i>	15–18
Cap. VI. <i>Adiuv[a]mentum commune Visus ex perspicillis.</i>	19–22
Cap. VII. <i>Vitra perspectiva etiam ab oculo remotiora in visu mira operantur.</i>	23–33
Cap. VIII. <i>Utrunque vitrum tam lenticulare quàm excavatum potest simul visui inservire.</i>	34–37
Cap. IX. <i>Instrumenti perspectivi ad videnda longe dissita conficiendi ratio et usus.</i>	37–43
Cap. X. <i>Quænam sint insigniores de Iride sententiæ.</i>	43–46
Cap. XI. <i>Discutiuntur prædictæ sententiæ quoad Colores.</i>	47–50
Cap. XII. <i>Undenam resultet figura circularis Iridis.</i>	50–53
Cap. XIII. <i>Vera Iridis tota generatio explicatur.</i>	54–59
Cap. XIV. <i>De altera Iride exteriori priorem interiecto magno spacio ambiente, quid & quàm bene alii senserint.</i>	59–62
Cap. XV. <i>Exterioris Iridis propria explicatio.</i>	63–66
Cap. XVI. <i>Corollaria ex iam dictis aliquot colliguntur.</i>	66–69
Cap. XVII. <i>Quæsitæ aliquot de Iride proponuntur et solvuntur.</i>	70–74
Cap. XVIII. <i>In quo differat et conveniat Iris cum Corona[,] Virgis et Pareliis.</i>	75–78

[Errata corrige.]

[79]

PRILOG 2

*Popis de Dominisovih uputnica na vlastite pretpostavke i stavke u raspravi
De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus (1611)*

suppositio pretpostavka	caput glava	pagina stranica
2.7.	12	52 (2x)
	13	54
2.8.	12	52
	13	54
2.9.	10	46
	15	63
2.10.	6	22
	15	63
	15	65
	18	77
2.11.	6	19 (3x)
	6	20
	6	21
	7	31
	8	35
	15	65

propositio stavak	caput glava	pagina stranica
3.1.	5	15
	5	16
	5	17
3.4.	5	18
	8	34
3.5.	7	27
	7	34
3.6.	10	44 (2x)
	13	56 (2x)
	14	60
3.7.	10	44
	13	56 (2x)
	14	60

propositio stavak	caput glava	pagina stranica
4.2.	5	18
	6	19
	7	25
	7	33
	8	34
	8	36
4.4.	12	51
	15	60
4.5.	13	55
	13	56
4.6.	13	54
	18	77
4.7.	13	54 (2x)
	13	55
	13	56
	13	59
	14	63
	18	77

Napomena: U raspravi *De radiis* de Dominis je pretpostavke (*suppositiones*) izložio u c. 2, na pp. 2–6, a stavke (*propositiones*) u cc. 3–4, na pp. 6–14. U oznaci pretpostavke ili stavka prva znamenka označuje poglavlje rasprave, druga redni broj pretpostavke ili stavka.

PRILOG 3

Izvori Marka Antuna de Dominisa u raspravi De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus (1611)

U ovaj su prilog uvrštena izdanja za koja se sigurno ili s velikom vjerojatnošću dalo zaključiti da se de Dominis njima služio pri pisanju rasprave *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus*, bilo u razdoblju 1588–1595, kad su nastale rane de Dominisove bilješke iz optike, bilo pri konačnoj redakciji rasprave 1609. Uz prvo izdanje izvora gotovo redovito je navedeno i izdanje koje je vremenski blisko razdoblju de Dominisovih optičkih istraživanja ili je objavljeno u Veneciji. Iznimno, Platonov *Timaeus* zastupljen je s trima različitim, a vremenski bliskim izdanjima. Izdanja Galena, Averroesa i Alberta Velikog, kojima se de Dominis služio, tek treba ustanoviti.

Pri izradi bibliografskog opisa poslužili su mi:

1. primjerci šesnaestostoljetnicā koje sam mogao ogledati u zbirkama *Collegium Ragusinum* i *Antiqua* Znanstvene knjižnice u Dubrovniku, i u tom je slučaju opis popraćen oznakom nalazišta ZKD i signaturom;
2. baza podataka *Censimento delle edizioni italiane del XVI secolo Edit 16*, koju je Istituto Centrale per il Catalogo Unico delle Biblioteche Italiane e per le Informazioni Bibliografiche objavio na adresi <http://edit16.iccu.sbn.it/>, a koja obuhvaća »izdanja između 1501. i 1600. tiskana u Italiji na bilo kojem jeziku ili u inozemstvu na talijanskom«;
3. on-line katalozi uglednih svjetskih biblioteka, prije svih Marciana i Yale University Library, i to za izdanja šesnaestostoljetnicā na latinskom jeziku izvan Italije;
4. za Alhazena i Witela poslužio mi je, dakako, reprint iz 1972.

Aleksandar iz Afrodisijade (*Alexander Aphrodisiensis*, 2/3. st.)

Alexander Aphrodisiensis, *In quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis, commentatio lucidissima*: quam Latinitate donavit Alexander Piccolomineus. ... Accedit insuper eiusdem Alexandri Piccolominei, *Tractatus de iride*, noviter impressus. In quo quamplurima tum Aristo.[telis] tum etiam Alexandri & Olympiodori dicta dilucidantur.

(Venetijs: Apud Hieronymum Scottum, 1540)

Prvo izdanje Piccolominijsva prijevoda Aleksandrova komentara Aristotelove *Meteorologije*.

Alexandri Aphrodisiensis maximi Peripatetici, in quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis, commentatio lucidissima, Alexandro Piccolomineo interprete. Cui accessit eiusdem Alexandri Piccolominei *De iride* brevis tractatus: in quo quamplurima Aristo.[telis] & Alexandri Aphrodisiensis, ac Olympiodori dicta planissime explicantur. Quae omnia nuper maxima sunt diligentia castigata: Addito indice etiam eorum, quae in commentatione Alexandri observatione digna annotatu sunt.

(Venetijs: Apud Hieronymum Scottum, 1561)

Najraširenije Piccolominijevo izdanje.

ZKD CR-II-1328

Aristotel (Aristoteles, 384–322)

Operum Aristotelis tomus secundus physiologiam eius totam complectens, una cum argumentis in libros singulos, quae ex optimis Graecorum commentariis conversa nunc primum & adiecta fuere. Item, problematum sectiones triginta octo. (Basileae, 1542)

»Aristotelis Stagiritae Meteoron liber tertius, Petro Alcyonio interprete.«, pp. 203–212.

»Aristotelis problematum«, pp. 599–722; »Eorum [= Problematum] quae ad res bene olidas pertinent, Sectio duodecima, cuius quaestiones XIII.«, pp. 652–654; *questio 3*, na koju se de Dominis poziva, na pp. 652–653.

ZKD CR-F-179/II

Aristotelis Stagiritae Physicorum libri VIII. Omniaque Opera, quae ad Naturalem Philosophiam spectare videntur. Pars tertia. Summae, & Capitum divisiones, explanationesque ex Simplicio, Ioan. Gram. & Averroe. Curtii Marinelli solutiones quaestionum in lib. Physicorum a gravioribus philosophis acceptae.

(Venetijs: Apud Nicolaum Morettum, 1585).

ZKD CR-20486

»Aristotelis Meteorologicorum liber tertius«, pp. 742–760.

»De anima liber secundus.«, pp. 817–860.

Prema vanjskim oznakama, to jest po podjeli na *summae* i *capita* u *Meteorologiji* te po podjeli na *textus* u *De anima*, de Dominis je gotovo sigurno koristio Morettijevo izdanje Aristotelovih *Opera omnia* iz 1585. Tekst *Meteorologije* poznavao je i iz Piccolominijeva izdanja, gdje je Aristotelovo djelo popraćeno komentarima Aleksandra iz Afrodisijsade.

Cardano, Girolamo (*Hieronymus Cardanus*, 1501–1576)

Cardanus, Hieronymus. 1550. *De subtilitate libri XXI*.

(Norimbergae: Apud Ioh. Petreium).

Prvo izdanje.

Cardanus, Hieronymus. 1559. *De subtilitate libri XXI*. Nunc demum ab ipso autore recogniti, atque perfecti.

(Lugduni: Apud Gulielmum Rovillium).

Hieronymi Cardani Mediolanensi, civisque Bononiensis, medici clarissimi, de subtilitate libri XXI. Iam postremo, ab authore plus quam mille locis illustrati, nonnullis etiam cum additionibus. Addita insuper Apologia adversus calumniatorem, qua vis horum librorum aperitur.

(Basileae: Per Sebastianum Henricpetri, 1582)

ZKD CR-II-1333

»Liber quartus de luce et lumine.«, pp. 113–143, o dugi na pp. 120–124.

Clavius, Christoph (*Christophorus Clavius*, 1537–1612) → Euklid

Euclidis Elementorum libri XV. Accessit XVI. de solidorum regularium comparatione. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholiis illustrati. Auctore Christophoro Clavio

(Romae: Apud Vicentium Accoltum, 1574).

Prvo izdanje Euklidovih *Elemenata* s Claviusovim sholijima.

Euclidis Elementorum libri XV. Accessit XVI. de solidorum regularium cuiuslibet intra quodlibet comparatione. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholijs illustrati nunc iterum editi, ac multarum rerum accessione locupletati. Auctore Christophoro Clavio Bambergensi è Societate Iesu

(Romae: Apud Bartholomaeum Grossium, 1589).

Izdanje kojim se de Dominis najvjerojatnije služio na početku svoje matematičke profesure u Padovi.

Euklid (*Euclides*, 4/3. st. pr. Kr.)

Euclidis Megarensis [sic!] *mathematici clarissimi Elementorum geometricorum libri XV*. Cum expositione Theonis in priores XIII a Bartholomaeo Zamberto Veneto latinitate donata, Campani in omnes et Hypsiclis Alexandrini in duos postremos. *His adiecta sunt Phaenomena, Catoptrica et Optica, deinde Protheoria Marini, et Data*.

(Basileae: Per Ioannem Hervagium, 1546)

Izdanje Euklidove *Optike*.

Euclidis Elementorum libri XV. Accessit XVI. de solidorum regularium comparatione. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholiis illustrati. Auctore Christophoro Clavio
(Romae: Apud Vicentium Accoltum, 1574).

Prvo Claviusovo izdanje Euklidovih *Elemenata*.

Euclidis Elementorum libri XV. Accessit XVI. de solidorum regularium cuiuslibet intra quodlibet comparatione. Omnes perspicuis demonstrationibus, accuratisque scholiis illustrati nunc iterum editi, ac multarum rerum accessione locupletati. Auctore Christophoro Clavio Bambergensi è Societate Iesu.
(Romae: Apud Bartholomaeum Grossium, 1589).

ZKD A-86

Drugo Claviusovo izdanje Euklidovih *Elemenata*.

Ibn al-Haytam (*Alhazen*, 965–1039)

Opticae thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc primum editi. ... Omnes instaurati, figuris illustrati & aucti, adiectis etiam in Alhazenum commentariis, a Federico Risnero.
(Basileae: Per Episcopios, 1572).

Pretisak o 400. obljetnici Risnerova izdanja: *Opticae thesaurus*, with an introduction to the reprint edited by David C. Lindberg
(New York: Johnson Reprint Corp., 1972).

Olimpiodor (*Olympiodorus*, 6. st.)

De Dominis je spoznaje o Olimpiodorovu komentaru crpio ili iz prvih dvaju izdanja ili, posredno, iz drugih izvora, primjerice iz Piccolominijeve rasprave *De iride*.

Olympiodori philosophi Alexandrini *In Meteora Aristotelis commentarii*. Ioannis grammatici Philoponi scholia in primum Meteorum Aristotelis. Ioanne Baptista Camotio philosopho interprete.
(Venetiis: Apud Aldi filios, 1551)

Prvo izdanje Olimpiodorova komentara.

Olympiodori philosophi Alexandrini *In Meteora Aristotelis commentarii*. Ioannis grammatici Philoponi scholia in primum Meteorum Aristotelis. Ioanne Baptista Camotio philosopho interprete.
(Venetiis: Apud Hieronymum Scotum, 1566)

Piccolomini, Alessandro (*Alexander Piccolomineus*, 1508–1578)

Alexandri Aphrodisiensis ... in quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis, commentatio lucidissima: quam Latinitate donavit Alexander Piccolomineus.

... Accedit insuper eiusdem Alexandri Piccolominei, *Tractatus de iride*, noviter impressus. In quo quamplurima tum Aristo.[telis] tum etiam Alexandri & Olympiodori dicta dilucidantur.

(Venetijs: Apud Hieronymum Scottum, 1540)

Prvo izdanje Piccolominijsve rasprave o dugi.

»Alexan.[dri] Piccolominei, apud Academiam Intronatorum Storditi nuncupati, *Tractatus de iride* in quo quamplurima tum Aristotelis, tum etiam Alex.[andri] Aphrodisiensis, ac Olympiodori dicta dilucidantur«, pp. 117–129, u:

Alexandri Aphrodisiensis maximi Peripatetici, in quatuor libros Meteorologicorum Aristotelis, commentatio lucidissima, Alexandro Piccolomineo interprete. Cui accessit eiusdem Alexandri Piccolominei *De iride* brevis tractatus: in quo quamplurima Aristo.[telis] & Alexandri Aphrodisiensis, ac Olympiodori dicta planissime explicantur. Quae omnia nuper maxima sunt diligentia castigata: Addito indice etiam eorum, quae in commentatione Alexandri observatione digna annotatu sunt.

(Venetijs: Apud Hieronymum Scottum, 1561)

Explicit Piccolominijsve rasprave na p. 129 glasi: »Explicit *Tractatus de Iride*, Alexand.[ri] Piccolominei, quem Storditum Intronatum appellant. Quem quidem Tractatum composuit Anno Domini M.D.XXXIX. Die Mensis Iulij, annum agens vigesimum nonum.«

ZKD CR-II-1328

Najraširenije izdanje Piccolominijsve rasprave o dugi.

Platon (*Plato*, 427–348/347)

Sebastiani Foxii Morzilli Hispalensis, *In Platonis Timaeum commentarii*. Accessit locuples rerum et verborum in iisdem memorabilium Index.

(Basileae: Per Ioannem Oporinum, 1554).

ZKD A-II-80a Privez 1

Tekst Platonova *Timeja* s opširnim komentarom. O nastanku vida i o prijeporu *extramissio-intramissio* između platonovaca i aristotelovaca u coll. 235–236.

Omnia divini Platonis opera translatione Marsilii Ficini, emendatione, et ad Graecum codicem collatione Simonis Grynaei, summa diligentia repurgata. Cum indice plenissimo, ut inspiciendi patebit.

(Venetijs: Apud Ioannem Mariam Bonellum, 1556)

Platonis Atheniensis, philosophi summi ac penitus divini *opera*, quae ad nos extant omnia, per Ianum Cornarium Medicum Physicum Latina lingua con-

scripta. Additis Marsilii Ficini Argumentis & Commentariis in singulos dialogos: cum Indice rerum memorabilium elaboratissimo.

(Basileae: Frobenius, 1559)

ZKD CR-II-1468

»Platonis Atheniensis Timaeus, sive de natura. Naturalis«, pp. 729–763, o vidu na pp. 740–741.

Pseudo-Euklid, pisac Katoptrike

Euclidis Megarensis [sic!] mathematici clarissimi Elementorum geometricorum libri XV. Cum expositione Theonis in priores XIII a Bartholomaeo Zamberto Veneto latinitate donata, Campani in omnes et Hypsiclis Alexandrini in duos postremos. *His adiecta sunt Phaenomena, Catoptrica et Optica, deinde Protheoria Marini, et Data.*

(Basileae: Per Ioannem Hervagium, 1546)

Euclidis catoptrica, id est, Elementa eius scientiae: qua universa speculorum vis atque natura explicatur. Primum graece, ante hac nunquam in lucem edita et nunc nova translatione per Conradum Dasypodium in Latinam linguam translata.

(Argentorati: Rihel, 1557)

Scaliger, Giulio Cesare (Julius Caesar Scaliger, 1484–1558)

Iulii Caesaris Scaligeri Exotericarum exercitationum liber quintus decimus, de subtilitate, ad Hieronymum Cardanum. In extremo duo sunt indices: prior breviusculus, continens sententias nobiliores: alter opulentissimus, pene omnia complectens.

(Lutetiae Parisiorum: Imprimebat Michael Vascosanus, 1557).

Prvo izdanje.

Iulii Caesaris Scaligeri Exotericarum exercitationum liber quintus decimus, de subtilitate, ad Hieronymum Cardanum.

(Francofurti: Apud haeredes Andr. Wecheli, 1582)

Vimercati, Francesco (Franciscus Vicomercatus, 1474–1570)

Francisci Vicomercati Mediolanensis in quatuor libros Aristotelis Meteorologicorum commentarii. Et eorundem librorum e Graeco in Latinum per eundem conversio ...

(Lutetiae Parisiorum: Apud Vascosanum, 1556)

Francisci Vicomercati Mediolanensis in quatuor libros Aristotelis Meteorologicorum commentarii. Et eorundem librorum e Graeco in Latinum per eundem conversio.

(Venetiis: Ex officina Dominici Guerrei, et Io. Baptistae fratrum, 1565)

Francisci Vicomercati Mediolanensis in quatuor libros Aristotelis Meteorologicorum commentarii. Et eorundem librorum e Graeco in Latinum per eundem conversio. Cum indice locupletissimo.
(Venetiis: Apud Hieronymum Scotum, 1565)

Witelo (*Vitello*, 13. st.) → Ibn al-Haytam

»Vitellonis Thuringopoloni opticae libri decem. Instaurati, figuris novis illustrati atque aucti, infinitisque erroribus, quibus antea scatebant, expurgati. A Federico Risnero. Basileae.«, pp. 1–474, druga paginacija u:

Opticae thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc primum editi. Eiusdem liber de crepusculis et nubium ascensionibus. Item Vitellonis Thuringopoloni libri decem. Omnes instaurati, figuris illustrati & aucti, adiectis etiam in Alhazenum commentarijs, a Federico Risnero.
(Basileae: Per Episcopios, 1572).

PRILOG 4

Stavci desete knjige Witelova djela Opticae libri decem na koje se de Dominis pozvao u raspravi De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus (1611)

8. Anguli omnium refractionum per tabulas declarantur. Alhazen 12 n 7.
c. 2, p. 4: »& hoc facile ostenditur ex traditis à Vitellone 8.10.«
c. 18, p. 77: »ex doctrina ipsiusmet Vitellonis octava decimi«
62. A superficie aquae & aeris densi, & vaporis roridi, & similibus refractionem fieri ad perpendiculararem patens est.
c. 4, p. 13: »Vitell.62.decimi.«
65. Iridem ex reflexione & refractione radiorum corporis luminosi videri necesse est.
c. 17, p. 70: »hoc sane affirmat Vitello.65.10.«
66. In vapore rorido iridem generari necessarium est.
c. 12, p. 53: »Propterea etiam puto Vitellonem 66. decimi refugere ad corpuscula rorida nubis;«
67. Tricolor est omnis iris.
c. 11, p. 50: »67.x.«
68. Corona fit ex refractione luminis solis, vel lunae, vel stellarum primae magnitudinis à vapore humido circulariter ad visum.
c. 18, p. 75: »Si Corona sive Halo aut Area fieret ut vult Vitello 68.10. per refractionem,«
69. Iridem in parte mundi meridionali à septentrionalibus visibus non est possibile videri.
c. 17, p. 70: »Scio etiam eundem Vitellonem 69.10. fateri se vidisse plures Irides eodem tempore simul fulgentes.«
c. 17, p. 71: »quales se quatuor uno tempore vidisse Patavii testatur Vitello 69.10.«
71. Non plures duabus iridibus, situ colorum differentibus, possibile est videri.
c. 17, p. 70: »Scio Vitellonem 71.10. aliquando ponere duas concentricas inter se contiguas, cum eodem colorum ordine;«
72. In iride exteriori quandoque colores interioris iridis contraposti & debiliores videntur.
c. 14, p. 59: »Melius igitur Aristoteles, & cum illo Piccolomineus, & Vitello 72.10. eodem prorsus modo secundam Iridem fieri atque primam censuerunt;«
78. Iridis semicirculus visus est medietas circuli minoris: portio verò minor semicirculo visa, est portio circuli maioris.
c. 17, p. 71: »ita etiam sentit Vitello 78.10.«

BIBLIOGRAFIJA

Vrela u kronološkom poretku

Archivum Romanum Societatis Iesu, Ven. 37, uključuje trogodišnje kataloge venetske provincije Družbe Isusove za isusovačko razdoblje de Dominisova života.

Marcus Antonius de Dominis, *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus*. Per Ioannem Bartolum in lucem editus. (Venetiis: Apud Thomam Baglionum, 1611).

Marcus Antonius de Dominis, *Euripus seu de fluxu et refluxu maris sententia* (Romae: Apud Andream Phaeum, 1624).

»Instrumenti perspectivi ad videnda longe dissita conficiendi ratio et usus. Cap. IX.«, u: Guillaume Libri, *Histoire des sciences mathématiques en Italie, depuis la Renaissance des lettres jusqu'à la fin du dix-septième siècle*, Tome quatrième (A Paris: Chez Jules Renouard et C^{ie}, Libraires, 1841), pp. 436–446. Poglavlje de Dominisove rasprave »o dalekozoru« u Librijevu izdanju, priredeno prema: De Dominis, *De radiis*, pp. 37–43.

»Vera Iridis tota generatio explicatur. Cap. XIII.«, u: Guillaume Libri, *Histoire des sciences mathématiques en Italie, depuis la Renaissance des lettres jusqu'à la fin du dix-septième siècle*, Tome quatrième (A Paris: Chez Jules Renouard et C^{ie}, Libraires, 1841), pp. 446–454. Poglavlje de Dominisove rasprave »o dugi« u Librijevu izdanju i s »dotjeranim« crtežima, priredeno prema: De Dominis, *De radiis*, pp. 54–59.

Marcus Antonius de Dominis, *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus*, priredio Tomislav Lerotić (Split: Umjetnička akademija Sveučilišta u Splitu, 2002). Pretisak prvoga i jedinoga izdanja iz 1611.

Vidi i Prilog 3 »Izvori Marka Antuna de Dominisa u raspravi *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* (1611)« uz ovaj članak!

Literatura

Antoljak, Stjepan. 1976. »Arhivske zabilješke i marginalije o Markantunu de Dominisu«, *Radovi Centra JAZU u Zadru* 22–23 (1976), pp. 49–62.

Aquapendente, Hieronymus Fabricius ab. 1600. *De visione, voce, auditu* (Venetiis: Apud Franciscum Bolzettam).

Aristoteles. 1984. *Meteorologie / Über der Welt*, übersetzt von Hans Strohm (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft).

Barić, Ljudevit. 1976. »Marko Antun Dominis i problem duge«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 33–48.

Bajsić, Vjekoslav. 1976. »Prirodnoznastveni i filozofski pogledi Marka Antuna Dominisa«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 61–71.

Boscovich, Josephus [sic!] Rogerius. 1747. »Notae in iridem«, u: Carolus Noceti, *De iride et aurora boreali carmina* (Romae: Ex Typographia Palladis / Excudebant Nicolaus et Marcus Palearini, 1747), pp. 19–48, s tablom »Tab.1.pag.48.« privezanim nakon p. 48. O de Dominisu u n. 26 na pp. 39–45, fig. 16.

Boyer, Carl Benjamin. 1959. *The rainbow from myth to mathematics* (New York/London: Thomas Yoseloff). O de Dominisu i *De radiis visus* u poglavlju »Kepler and his contemporaries« na pp. 187–192, ali i drugdje. U »Selected references« bibliografsku jedinicu o de Dominisovoj raspravi na p. 360 prati ocjena: »The most controverted of all works on the rainbow.«

Bulat, Nikola. 1975. »Neka sporna pitanja o de Dominisu«, *Crkva u svijetu* 10/2 (1975), pp. 102–116.

Buratellus, Gabriel. 1573. *Praecipuarum controversiarum Arist.[otelis] et Platonis conciliatio, opus diu desideratum, & à veteribus, ac recentioribus pollicitum, non tamen absolutum*. Cum rerum omnium memorabilium indice locupletissimo. (Venetiis: Apud Franciscum, Gasparem Bindonum, & Fratres, 1573). »An visio extramittendo fiat. Liber quintus.«, f. 153v–163v. »Index notabilium quae in toto opere continentur«, ff. *4v–***2r.

Copenhagen, Brian P. and Schmitt, Charles B. 1992. *Renaissance Philosophy, A History of Western Philosophy* 3 (Oxford: Oxford UP, 1992). O Cardanu i Scaligeru u poglavlju »New philosophies of nature«, na pp. 308–309.

Crivelli, Giovanni. 1744. *Elementi di fisica ... in questa seconda edizione accresciuti e migliorati*. Parte seconda (In Venezia: Presso Simone Occhi, 1744). U poglavlju »Dell'Iride«, pp. 95–104, o de Dominisu i *De radiis* u kratkom povijesnom uvodu na p. 96.

Crombie, Alistair Cameron. 1953. *Augustine to Galileo: History of science, A. D. 400–1650* (Cambridge: Harvard UP, 1953). O sličnosti Theodoriceva i de Dominisova tumačenja duge te o odnosu de Dominisova i Descartesova tumačenja duge na p. 81; o neizravnim de Dominisovim izvorima na p. 352.

Crombie, Alistair Cameron. 1959. *Augustine to Galileo: Medieval and early modern science*, revised 2d ed., Vol. 2 (Garden City, N.Y., Doubleday, 1959). Netočno o Rogeru Baconu i Pechamu kao de Dominisovim izvorima na p. 113.

Crombie, Alistair Cameron. 1961. *Robert Grosseteste and the origins of experimental science, 1100–1700* (Oxford: Clarendon Press, 1961). Prvo izdanje 1953. U poglavlju »Experimental method and the transmission of thirteenth- and fourteenth-century writings on the rainbow, colour, and light to the seventeenth century«, pp. 260–289, o de Dominisovu izvornom doprinosu i izvorima na pp. 271–273.

Czvittinger, David. 1711. *Specimen Hungariae literatae, virorum eruditione clarorum natione Hungarorum, Dalmatarum, Croatarum, Slavorum, atque Transylvanorum, vitas, scripta, elogia et censuras ordine alphabetico exhibens*. (Francofurti et Lipsiae: Typis et sumptibus Jod. Guil. Kohlesii, Univ. Altdorf. Typogr.). Natuknica »Marcus

Antonius de Dominis archi-episcopus Spalatensis: Dalmatiae et Croatiae primas«, na pp. 121–124, bez spomena dviju de Dominisovih rasprava s prirodoslovnom odnosno prirodnofilozofskom tematikom.

Dadić, Žarko. 1967. »Rad Markantuna Dominisa na problemima fizike«, *Encyclopaedia moderna* 2/5–6 (1967), pp. 124–127. O *De radiis*, napose o metodološkim pretpostavkama za kritičku ocjenu de Dominisove rasprave, na pp. 124–126.

Dadić, Žarko. 1971. »Patricius and Dominis on the shape of the Earth«, *XII^e Congrès International d'Histoire des Sciences Paris 1968: Actes*, Tome VII (Paris: Librairie Scientifique et technique Albert Blanchard, 1971), pp. 23–25.

Dadić, Žarko. 1982. *Povijest egzaktne znanosti u Hrvata* 1 (Zagreb: Liber, 1982). U poglavlju »Marko Antun Dominis i njegov doprinos egzaktne znanosti«, pp. 130–145, o raspravi *De radiis* na pp. 131–138.

Dadić, Žarko. 1994. *Hrvati i egzaktne znanosti u osvit novovjekovlja* (Zagreb: Naprijed, 1994). U poglavlju »Fizikalni rad Marka Antuna Dominisa«, pp. 135–154, o raspravi *De radiis* na pp. 138–144, o recepciji de Dominisove rasprave na pp. 144–146.

Dampier, William Cecile. 1966. *A history of science and its relations with philosophy and religion*, 4th ed. reprinted with postscript by I. Bernard Cohen (London: Cambridge UP, 1966). O de Dominisovoj teoriji duge na p. 160.

Della Porta, Giovanni Battista → Porta, Ioannes Baptista

Des Cartes, Renatus. 1692. »Meteora«, u: Renatus Des Cartes, *Specimina philosophiae, seu Dissertatio de methodo rectè regendae rationis, et veritatis in scientiis investigandae, Dioptrice, et Meteora*. Ex Gallico translata, & ab Auctore perfecta, variisque in locis emendata. Ultima editio cum optimis collata, diligenter recognita, et mendis expurgata. (Francofurti ad Moenum: Sumptibus Friderici Knochii, 1692), pp. 125–200. Poglavlje »De iride«, pp. 173–185.

Drake, Stillman. 1978. *Galileo at work: His scientific biography* (Chicago: Chicago University Press, 1978). Vrstan prikaz geneze i rane recepcije Galilejeva djela *Sidereus nuncius* u poglavljima »1609–10«, pp. 134–156, i »1610–11«, pp. 157–176, ali bez spomena de Dominisa i njegove rasprave *De radiis*.

Dugački, Vladimir. 1976. »Marko Antun Dominis i problemi vida«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 85–91.

Euclides. 1895. »Catoptrica«, pp. 285–343, u: *Euclidis optica, opticonum recensio Theonis, catoptrica, cum scholiis antiquis*. Edidit I. L. Heiberg, u: *Euclidis opera omnia*. Ediderunt I. L. Heiberg et H. Menge, Vol VII (Lipsiae: In aedibus B. G. Teubneri, 1895).

Euclides. 1895. »Optica«, pp. 1–121, u: *Euclidis optica, opticonum recensio Theonis, catoptrica, cum scholiis antiquis*. Edidit I. L. Heiberg, u: *Euclidis opera omnia*. Ediderunt I. L. Heiberg et H. Menge, Vol VII (Lipsiae: In aedibus B. G. Teubneri, 1895).

Euklid. 1991. *Die Elemente*, Buch I–XIII. Nach Heibergs Text aus dem Griechischen übersetzt und herausgegeben von Clemens Thaer (Darmstadt: Wissenschaftliche

Buchgesellschaft). Reprographischer Nachdruck der Ausgabe »Ostwalds Klassiker« 235, 236, 240, 241, 243 (1933–1937).

Euklid. 1999. *Elementi* I–VI, prevela Maja Hudoletnjak Grgić (Zagreb: Kruzak).

Faj, Zdravko. 1976. »Osnovni zakoni i pojmovi geometrijske optike u Dominisovu djelu 'De radiis visus ...'«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 23–32.

Faj, Zdravko. 1987. »O fizikalnim raspravama M. A. Dominisa i mišljenju nekih istaknutih fizičara o njima«, u: Andre Mohorovičić (ur.), *Rapski zbornik* (Zagreb: JAZU i Skupština općine Rab, 1987), pp. 359–364.

Fleischer, Johann. 1579. *De iridibus doctrina Aristotelis et Vitellionis* (Witebergae).

Fracastorius Veronensis, Hieronymus. 1555. »Homocentrica«, u: Hieronymi Fracastorii Veronensis *Opera omnia*, in unum proxime post illius mortem collecta (Venetiis: Apud haeredes Lucaeantonii Iuntae, 1555), ff. 1–65. U »[Sectio secunda.] De causis eius [= planetae] apparentiae alio modo. Cap. 8.«, ff. 17r–18v, o kombinaciji dviju leća na f. 18r.

Galilei, Galileo. 1998. *Sidereus Nuncius*, 1610 edition, commentary by Albert Van Helden, Octavo Digital Rare Books.

Galileus, Galileus. 1610. *Sidereus nuncius* (Venetiis: Apud Thomam Baglionum). Vidi f. 5r, gdje naslov djela glasi: »Astronomicus nuncius observationes recens habitas novi perspicilli beneficio ... continens, atque declarans.«

Gelčić, Eugen [= E.G.]. 1882–1883. »Marco Antonio de Dominis e la teoria dell'iride«, u: *Biblioteka za povijest dalmatinsku* upravljena od J. Gelčić. Knjiga 4. (U Dubrovniku: Tiskarnica Joza Flori), pp. 41–45. S uredničkom bilješkom na p. 45: »I meriti di questo scienziato dalmata furono chiariti per la prima volta dalla »Gaea« (*Zeitschrift für Naturkunde*) in una monografia sull'arcobaleno, della quale il nostro collaboratore dichiara essersi giovato per quanti suoi cenni.«

Gliozzi, Mario. 1948. »Relazioni scientifiche tra Fra Paolo Sarpi e Giovan Battista Porta«, *Archives internationales d'histoire des sciences* 1/3 (1948), pp. 395–433. O de Dominisu kao onom koji je »prvi objavio dioptrički teorem«, kako je izložen u šestom poglavlju rasprave *De radiis*, na p. 414; o rukopisu *De radiis* u korespondenciji Giacoma Leschassiera i Paola Sarpia tijekom 1610. na pp. 414–415.

Gaukroger, Stephen. 1995. *Descartes: An intellectual biography* (Oxford: Clarendon Press). O Descartesovu tumačenju duge u potpoglavlju »The nature of light«, pp. 256–269, na pp. 262–269. Bez spomena de Dominisove rasprave *De radiis*.

Genovesi, Antonio [= Antonius Genuensis] → Musschenbroek, Petrus van

Goethe, Johann Wolfgang von. 1810. *Zur Farbenlehre* (Tübingen, in der J. G. Cotta'schen Buchhandlung, 1810).

Goethe, Johann Wolfgang. 1989. *Zur Farbenlehre*, herausgegeben von Peter Schmidt, u: Johann Wolfgang Goethe, *Sämtliche Werke nach Epochen seines Schaffens*:

Münchener Ausgabe, Band 10 (München: Carl Hansen Verlag, 1989). U »Materialien zur Geschichte der Farbenlehre: Des zweiten Bandes erster, historischer Teil« o de Dominisu u zasebnom poglavlju »Antonius de Dominis umgekommen 1624« na pp. 645–651, a o odnosu de Dominisova i Descartesova tumačenja duge u poglavlju »Renatus Cartesius geb. 1596 gest. 1650« na p. 659. U »Erklärung der zu Goethes Farbenlehre gehörigen Tafeln«, pp. 943–971, tumačenje de Dominisova crteža u »Funfzehnte Tafel« na p. 970. U »Anzeige und Übersicht des Goetheschen Werkes zur Farbenlehre«, pp. 973–991, o de Dominisovu tumačenju duge na p. 984.

Goethe, Johann Wolfgang. 1999. »Znanost o bojama (Povijesni dio, 5. razdio – 17. stoljeće): Antonius de Dominis«, prevela s njemačkoga Mirjana Vujanić, *Dubrovnik* 10/3 (1999), pp. 183–189.

Hondl, Stanko. 1944. »Marko Antonij de Dominis kao fizičar«, *Vijenac* 36/2 (1944), pp. 36–48. Kritička ocjena rasprave *De radiis* na pp. 37–40; prikaz njezine recepcije od Newtona do Lenarda na pp. 40–42.

Huygens, Christiaan. 1888. *Oeuvres complètes*, Tome premier: Correspondance 1638–1656 (La Haye: Martinus Nijhoff, 1888). U pismu G. A. Kinnera Huygensu iz Praga 18. srpnja 1653, pp. 235–236, o de Dominisovoj raspravi *De radiis*. U Huygensovu odgovoru 9. kolovoza 1653, pp. 237–239, na p. 238 o *De radiis*.

Jöcher, Christian Gottlieb. 1750. *Allgemeines Gelehrten-Lexicon, darinne die Gelehrten aller Stände sowohl männ- als weiblichen Geschlechts, welche vom Anfange der Welt bis auf ietziige Zeit gelebt, und sich der gelehrten Welt bekannt gemacht, nach ihrer Geburt, Leben, merckwürdigen Geschichten, Absterben und Schrifften aus den glaubwürdigsten Scribenten in alphabetischer Ordnung beschrieben werden.* (Leipzig: In Johann Friedrich Gleditschens Buchhandlung, 1750). Natuknica »de Dominis (Marcus Antonius)« u: Zweyter Theil, D-L, coll. 176–177. Da je u *De radiis* »pokazao pravi uzrok duge«, vidi col. 177.

Jurić, Šime. 1967. »Grada za bibliografiju Markantuna de Dominisa«, *Encyclopaedia moderna* 2/5–6 (1967), pp. 133–140. Odsječak B) »Prikazi, ocjene, rasprave i drugi napisi o Markantunu de Dominisu«, na pp. 136–139, uključuje i odabranu bibliografiju o de Dominisovoj optičkoj raspravi od 1719. do 1966.

Kästner, Abraham Gotthelf. 1797. *Geschichte der Mathematik seit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts*. Zweyter Band. Perspectiv, Geometrische Analysis und höhere Geometrie, Mechanik, Optik, Astronomie. Erster Zeitraum bis zum Ende des sechszehnten Jahrhunderts. (Göttingen: Bey Johann Georg Rosenbusch). U dijelu »Geschichte der optischen Wissenschaften« na pp. 251–252 o de Dominisovoj raspravi *De radiis* na temelju Bartolijeve predgovora, Newtonove i Priestleyeve ocjene.

Kepler, Ioannes. 1939. *Astronomiae pars optica*, herausgegeben von Franz Hammer, Band II u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, herausgegeben von Walther von Dyck und Max Caspar (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung). Kritičko izdanje djela: Ioannes Kepler, *Ad Vitellionem paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur; potissimum de artificiosa observatione et aestimatione diametrorum deliquorumque Solis ac Lunae. Cum exemplis insignium eclipsium. Habes hoc libro,*

Lector, inter alia multa nova, tractatum luculentum de modo visionis, et humorum oculi usu, contra Opticos et Anatomicos. (Francofurti: Apud Claudium Marnium & Haeredes Ioannis Aubrii, 1604).

Kepler, Ioannes. 1941. »Dissertatio cum Nuncio Sidereo nuper ad mortales misso à Galilaeo Galilaeo Mathematico Patavino.«, herausgegeben von Franz Hammer, pp. 281–311, u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, herausgegeben von Walther von Dyck und Max Caspar, Band IV (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung). Kritičko izdanje djela: Ioannes Kepler, *Dissertatio cum Nuncio Sidereo ...* (Pragae: Typis Danielis Sedesani, 1610).

Kepler, Ioannes. 1941. »Dioptrice.«, herausgegeben von Franz Hammer, pp. 327–414, u: Johannes Kepler, *Gesammelte Werke*, herausgegeben von Walther von Dyck und Max Caspar, Band IV (München: C. H. Beck'sche Verlagbuchhandlung). Kritičko izdanje djela: Ioannes Kepler, *Dioptrice seu demonstratio eorum que visui et visibilibus propter conspicienda non ita pridem inventa accidunt*. (Augustae Vindelicorum: Typis Davidis Franci, 1611).

Korade, Mijo. 1983. »Hrvatski isusovci XVI. stoljeća (1553.–1584.): Biografski podaci«, *Vrela i prinosi* 14 (1983), pp. 101–117. Biografski podaci o de Dominisu na p. 111.

Libri, Guillaume. 1841. *Histoire des sciences mathématiques en Italie, depuis la Renaissance des lettres jusqu'à la fin du dix-septième siècle*, Tome quatrième (A Paris: Chez Jules Renouard et C^{ie}, Libraires), pp. 145–149. O *De radiis*, te o Newtonovoj i Boškovićevoj ocjeni de Dominisova tumačenja duge na pp. 148–149, uz pripadnu bibliografiju u bilješci.

Lindberg, David C. 1972. »Introduction to the reprint edition«, pp. v–xxxiv, u: *Opticae thesaurus*, with an introduction to the reprint edited by David C. Lindberg (New York: Johnson Reprint Corp., 1972). U poglavlju »The influence of Alhazen and Witelo«, pp. xxi–xxv, na p. xxiv de Dominisova rasprava *De radiis* uvrštena »među manje slavna optička djela koja izričito citiraju Alhazena ili Witela ili obojicu, a neka se opširno oslanjaju na njih«.

Lindberg, David C. 1972. »Witelo«, u: Charles Coulston Gillispie (ed.), *Dictionary of scientific biography* 14 (New York: Charles Scribner's sons), pp. 457–462. O recepciji Witelove *Optike* u 16. i 17. stoljeću na p. 461 bez spomena de Dominisa.

Lučin, Bratislav. 2002. »Knjižnica Marka Antuna de Dominisa«, u: *Međunarodni znanstveni skup »Marko Antun de Dominis, splitski nadbiskup, teolog i fizičar«: Program* (Split: Književni krug, 2002), pp. 7–8.

Lukács, Ladislaus (ed.). 1986. *Ratio atque institutio studiorum Societatis Iesu (1586 1591 1599)*, nova editio penitus retractata, Monumenta paedagogica Societatis Iesu V (Romae: Institutum historicum Societatis Iesu). Propise o nastavi matematike, uključujući i odredbe o Euklidu i Claviusu kao propisanim autorima, vidi u svim trima inačicama isusovačkog pedagoškog zakonika pod naslovom »De mathematicis« na pp. 109–110, 177 i 236.

Ljubić, S. 1870. »O Markantunu Dominisu Rabljaninu, historičko-kritičko iztraživanje navlastito po izvorih mletačkoga arkiva i knjižnice arsenala parizkoga.«, *Rad*

JAZU 10 (1870), pp. 1–159. O nastanku *De radiis* na pp. 5–6; »najvažnija mnijenja« o njoj od Newtona do 1860. na pp. 6–7.

Ljubić, S. 1870. »Prilozi za životopis Markantuna de Dominisa Rabljanina, spljetskoga nadbiskupa.«, *Starine* 2 (1870), pp. 1–260.

Malcolm, Noel. 1984. *De Dominis (1560–1624): Venetian, Anglican, Ecumenist and Relapsed Heretic* (London: Strickland & Scott Academic Publications). O de Dominisovim eksperimentima sa staklenim kuglama u kontekstu spora padovanskoga sveučilišta i isusovačke gimnazije 1591. na pp. 8–9.

Marković, Željko. 1968. *Rude Bošković*, Dio prvi (Zagreb: JAZU, 1968). U petoj glavi »Publicus matheseos professor«, pp. 166–309, o izdanju Nocetijevih poema i odnosnim Boškovićevim bilješkama na pp. 205–211; o Boškovićevoj ocjeni de Dominisova doprinosa tumačenju duge na pp. 206–208.

Martinović, Ivica. 1992. »Filozofska i prirodnoznanstvena istraživanja hrvatskih isusovaca od Markantuna de Dominisa do Josipa Franje Domina«, u: *Isusovačka baština u Hrvata* (Zagreb: Muzejsko-galerijski centar, 1992), pp. 77–97. O de Dominisu u poglavlju »Prvi naraštaj« na pp. 77–78; umetak »Newton i Goethe o Dominisovu tumačenju duge« s prijevodima dvaju znamenitih pohvala na p. 78; u prilogu »Ljetopis filozofskih i prirodnoznanstvenih istraživanja hrvatskih isusovaca«, pp. 87–94, o de Dominisu na p. 87.

Martinović, Ivica. 1996. »Marko Antun de Dominis – kasnorenesansni fizičar«, u: Greta Pifat-Mrzljak (ur.), *Znanost u Hrvata: Prirodoslovlje i njegova primjena* 1 (Zagreb: Muzejsko-galerijski centar, 1996), pp. 400–409.

Martinović, Ivica. 1997. »Petrićeva prosudba Aristotelove prirodne filozofije«, *Obnovljeni život* 52/1 (1997), pp. 3–20. O Petrićevu pristupu pitanju o nastanku vida u *Discussiones peripateticæ* na p. 10.

Martinović, Ivica. 1997. »Kasnorenesansni filozof Nikola Vitov Gučetić«, *Zbornik Dubrovačkog primorja i otoka* 6 (1997), pp. 203–225. U poglavlju »Pisac prve sustavne meteorologije u Hrvata«, pp. 208–213, o Gučetićevu tumačenju duge na p. 210.

Martinović, Ivica. 2000. »De Dominis, Marko Antun«, *Leksikon hrvatskih pisaca* (Zagreb: Školska knjiga, 2000), pp. 160–161.

Martinović, Ivica. 2000. »Žanrovi hrvatske filozofske baštine od 15. do 18. stoljeća«, u: Pavo Barišić (ur.), *Otvorena pitanja povijesti hrvatske filozofije* (Zagreb: Institut za filozofiju, 2000), pp. 69–151. O žanrovima de Dominisovih spisa na pp. 110–112; obrađeni de Dominisovi spisi na pp. 135–136; o de Dominisu u hrvatskom i engleskom sažetku na p. 149 i 150.

Martinović, Ivica. 2002. »De Dominisov dijalog *Martellino*«, u: *Međunarodni znanstveni skup »Marko Antun de Dominis, splitski nadbiskup, teolog i fizičar«: Program* (Split: Književni krug, 2002), pp. 22–24.

Maurolicus, Franciscus. 1611. *Photismi de lumine, et umbra ad perspectivam, et radio-rum incidentiam facientes*. Diaphanorum partes, seu libri tres. Omnia nunc primum in lucem edita. (Neapoli: Ex Typographia Tarquinii Longi).

Michieli Vitturi, Rados Antonio. 1811. »Saggio sopra Marcantonio de Dominis«, pp. 38–52, u: *Opuscoli del Signor Rados Antonio Michieli Vitturi* (Ragusa: Presso Antonio Martechini, 1811), u: *Opuscoli riguardanti la storia degli uomini illustri di Spalato, e di parecchi altri Dalmati, raccolti da D. Andrea Ciccarelli* (Ragusa: Presso Antonio Martechini, 1811), Privez 1. O *De radiis* na pp. 47–51; latinski navod Newtonove pohvale na pp. 48–49; o odnosu de Dominisa i Descartesa na pp. 49–50.

Morović, Hrvoje. 1971. »Biblioteka kanonika Marka Dumanića-Dumanea i Markantuna de Dominisa«, u: Hrvoje Morović, *Povijest biblioteka u gradu Splitu*, Dio I. (Zagreb: Društvo bibliotekara Hrvatske), pp. 101–108. O de Dominisovim knjigama na pp. 106–108.

Morović, Hrvoje. 1988. »Biblioteka kanonika Marka Dumanića-Dumanea i Markantuna de Dominisa«, u: Hrvoje Morović, *Izbor iz djela, tekstove odabrala i uredila Neda Anzulović* (Split: Književni krug, 1988), pp. 131–137. O de Dominisovim knjigama na pp. 135–137.

Musschenbroek, Petrus van. 1774. *Elementa physicae conscripta in usus academicos. Opera et studio V[iri] Cl[arissimi] Antonii Genuensis. Editio quarta Veneta. Antea actis omnibus auctior, atque emendatior, prout melius praefixum Tom. I. Monitum docebit. Tomus secundus.* (Bassani: Apud Remondini, 1774). Bilješka Antonija Genovesija uz poglavlje »De meteoris aqueis«, pp. 183–213; o de Dominisovu tumačenju duge na p. 205.

Nedeljković, Dušan. 1961. »Fizičar i utopist XVI veka Marko Dominis«, *Glas SANU* 246 (1961), pp. 131–156. O *De radiis* na pp. 134–141.

Newton, Isaac. 1730/1979. *Opticks or a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light*, based on the fourth edition London, 1730 (New York: Dover). U »The first book of Opticks. Part II. Prop. IX. Prob. IV. By the discovered Properties of Light to explain the Colours of the Rain-bow.«, pp. 168–178, dva se puta spominje de Dominis zbog svojih pokusa sa staklenim kuglama ispunjenim vodom, i to na pp. 169 i 176.

Newton, Isaac. 1744. »Lectiones opticae, Annis MDCLXIX, MDCLXX & MDCLXXI. in scholis publicis habitae, & ex MSS. editae Londini An. 1729.«, u: Isaaci Newtoni, Equitis aurati, *Opuscula mathematica, philosophica et philologica*. Collegit partimque Latine vertit ac recensuit Joh. Castillioneus jurisconsultus. Tomus secundus continens philosophica. (Lausannae & Genevae: Apud Marcum-Michaellem Bousquet & Socios, 1744), pp. 73–275. Castillione, »collector et editor« ovoga izdanja, u svojoj je bilješci na p. 271 pridodao cjeloviti navod iz latinskog izdanja Newtonove *Optike* o de Dominisovim zaslugama u tumačenju duge prije Descartesa.

Newton, Isaac. 1984. *The optical papers of Isaac Newton*, Vol. 1: *The optical lectures 1670–1672*, edited by Alan E. Shapiro (Cambridge/New York: Cambridge UP, 1984). O de Dominisovoj raspravi *De radiis* u Shapirovim bilješkama uz 16. predavanje u Newtonovu rukopisu *Lectiones opticae*, na pp. 593, 597 i 602.

Niphus, Augustinus. 1531. *Suessanus in libros Metheororum. Augustini Niphi medices, philosophi Suessani, in libros Aristotelis Meteorologicis commentaria* (Venetiis: Impensa nobilium heredum quondam Domini Octaviani Scoti civis Modoetiensis, 1531).

Noceti, Carolus. 1747. *De iride et aurora boreali carmina* (Romae: Ex Typographia Palladis / Excudebant Nicolaus et Marcus Palearini), v. 318, uz koji Bošković piše svoju bilješku.

North, John. 1994. *The Fontana history of astronomy and cosmology*. (London: Fontana Press). O Galileiu, Harriotu i Kepleru, ne i o de Dominisu, u poglavlju »The first telescopes« na pp. 326–332; o latinskim nazivcima za novu spravu na p. 331.

Ockenden, R. E. 1936. »Marco Antonio de Dominis and his explanation of the rainbow«, *Isis* 26 (1936), pp. 40–49.

Patricius, Franciscus. 1581. *Discussionum peripateticarum tomi IV*. (Basileae: Ad Perneam Lecyatham, 1581). U šestoj knjizi trećeg sveska »Aristotelica contra Platonem obiecta in Physiologia eorumque dilutiones«, pp. 337–349, o nastanku vida na p. 346.

Pirri, Pietro. 1959. »Marc'Antonio de Dominis fino all'episcopato«, *Archivum historicum Societatis Iesu* 28 (1959), pp. 265–288. Prilog »Documenti«, sastavljen od 27 dokumenata, na pp. 280–288.

Plater, Felix [= Felix Platter]. 1583. *De corporis humani structura et usu libri tres*. Tabulis methodice explicati, iconibus accurate illustrati (Basileae: Ex officina Frobeniana per Ambrosium Frobenium, 1583).

Plato. 1977. *Timaeus and Critias*. Translated with an introduction and an appendix on *Atlantis* by Desmond Lee (London: Penguin).

Platon. 1981. *Timaj*, sa grčkog prevela i objašnjenja dodala Marjanca Pakiž, redakcija prevoda Ljiljana Crepajac, predgovor, podnaslovi i tematski pregled Branko Pavlović, Velika edicija *Ideja* 18 (Beograd: Mladost).

Platon. 1992. *Timaios*, herausgegeben, übersetzt, mit einer Einleitung und mit Anmerkungen versehen von Hans Günter Zekl, griechisch-deutsch, Philosophische Bibliothek 444 (Hamburg: Felix Meiner Verlag).

Porta, Ioannes Baptista. 1589. *Magiae naturalis libri XX*. Ab ipso autore expurgati, & superaucti, in quibus scientiarum naturalium divitiae, & delitiae demonstrantur. (Neapoli: Apud Horatium Salvanum, 1589). U 17. knjizi »Io. Baptistae Portae Neapolitani Magiae naturalis liber decimusseptimus. In quo uistoria specula, & mirabiles eorum visiones proponuntur.«, pp. 259–280, u desetom poglavlju »De crystallinae lentis effectibus. Cap. X.«, pp. 269–270, o uporabi kombinacije konveksne i konkavne leće da bi se jasno vidjeli udaljeni predmeti na p. 269.

Priestley, Joseph. 1772/1978. *The history and present state of discoveries relating to vision, light, and colours* (London: Printed for J. Johnson, 1772; reprint: Milwood, N.Y.: Kraus Reprint Co., 1978). U poglavlju »Discoveries concerning the rainbow.«, pp. 48–54, o de Dominisu na pp. 50–54; usporedba de Dominisovih i della Portinih spoznaja o vidu na pp. 53–54; likovni prikaz hoda svjetlosne zrake pri nastanku duge po de Dominisovu tumačenju u Pl. II, fig. 16.

Roller, Duane H.D. 1979. »Analytical table of contents«, pp. lxxix–cxvi, u: Isaac Newton, *Opticks*, based on the fourth edition London, 1730 (New York: Dover, 1979). O de Dominisu na p. xc.

Rosenberger, Ferdinand. 1895/1987. *Isaac Newton und seine Physikalischen Principien: Ein Hauptstück aus der Entwicklungsgeschichte der modernen Physik* (Leipzig: bei Johann Ambrosius Barth, 1895). U poglavlju »Der Zustand der physikalischen Optik vor Newton«, pp. 11–45, o de Dominisovu tumačenju boja u *De radiis* na pp. 14–15. Unveränderter reprographischer Nachdruck (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1987).

Sayili, Aydin M. 1939. »The Aristotelian explanation of rainbow«, *Isis* 30 (1939), pp. 65–83.

Scaliger, Julius Caesar. 1665. *Exotericarum exercitationum liber XV. de subtilitate, ad Hieronymum Cardanum*. (Francofurti: Typis et sumptibus Balthasaris Christophori Wustii). »Exercitatio LXXX. De iride.«, pp. 284–299.

Scherffer, Carolus. 1761. *De iride dissertatio physica* (Viennae: Typis Joannis Thomae Trattner). O Newtonovoj i Boškovićevoj ocjeni de Dominisova i Descartesova doprinosa tumačenju duge na pp. 3–4.

Shapiro, Alan E. 1984. »Introduction«, u: *The optical papers of Isaac Newton*, Vol. 1: *The optical lectures 1670–1672*, edited by Alan E. Shapiro (Cambridge/New York: Cambridge UP, 1984), pp. 1–25.

Stipanić, Ernest. 1953. »Marko Antun Dedominis (Gospodnetić) kao Njutnov pret-hodnik u objašnjenju pojave duge«, *Nastava matematike i fizike* 2/3 (1953), pp. 67–68.

Stipanić, Ernest. 1954. »Rasprava Antuna Gospodnetića *De radiis visus et lucis* i njen značaj u istoriji optike«, *Nauka i priroda* 7/1 (1954), pp. 37–43.

Stipanić, Ernest. 1976. »Matematika u Dominisovom djelu 'De radiis visus'«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 13–22.

Stipanić, Ernest. 1987. »Isak Njutn (Isaac Newton, 1642–1727)«, natuknica u: *Putevima razvitka matematike*, izbor, prevod i novi tekstovi Ernest Stipanić (Beograd: Vuk Karadžić, 1987), pp. 175–182. O Newtonovu navodu o de Dominisu na pp. 179–180.

Strohm, Hans. 1984. »Einleitung«, u: Aristoteles, *Meteorologie / Über der Welt*, übersetzt von Hans Strohm (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1984), pp. 121–134. O četirima epohama u problemskoj povijesti Aristotelove *Meteorologije* na pp. 122–124; o Petriću, Zabarelli i ponajviše o Vimercatiju kao istaknutim renesansnim tumačiteljima *Meteorologije* na p. 132.

Theotimus Eupistinus [= Francesco Antonio Zaccaria]. 1791. *De doctis catholicis viris qui Cl. Justino Febronio in scriptis suis retractandis ab Anno MDLXXX. laudabili exemplo praevenunt liber singularis* (Romae: Ex Typographio Salomoniano apud Sanctum Ignatium, 1791). »Appendix: De M. Antonii de Dominis antea Spalatensis Archiepiscopi palinodia, quae integra iterum exhibetur«, pp. 73–130, o *De radiis* na p. 74.

Thimo [Iudaeus]. 1507. »Quaestiones ... Thimonis super quattuor libros Metheororum« u: *Habes solertissime lector in hoc codice libros Metheororum Aristotelis ... cum commentariis ... Galetani de Thienis*, noviter impressos (Venetiis: Mandato et expensis heredum Octaviani Scoti / per Bonetum Locatellum, 1507).

Thimo [Iudaeus]. 1516. »[Quaestiones] Thimonis in quatuor libros Meteororum« u: *Quaestiones et decisiones physicales insignium virorum*. Recognitae summa accurate et iudicio magistri Georgii Lokert Scoti ([Parisiis]: Impressae autem a Iodoco Badio, impensis eiusdem & Conradi Resch, 1516). Ponovljeno izdanje 1518.

Thimo [Iudaeus]. 1522. »Quaestiones ... Thimonis super quatuor libros Metheorum« u: *Gaietanus super Metheo. Habes solertissime lector in hoc codice libros Metheorum Aristotelis ... cum commentariis fidelissimi expositori Gaietani de Thienis*, una cum duplici translatione vero Francisci Vatabli et antiqua, noviter impressos, ac mendis erroribusque purgatos. (Venetiis: Nutu ac impendio heredum quondam Domini Octaviani Scoti civis Modoetiensis ac sociorum, 1522).

Tonnelat, M.-A. 1964. »The birth of mathematical optics«, u: René Taton (ed.), *History of science*, Vol. 2, translated by A. J. Pomerans (New York: Basic Books, 1964), pp. 287–306. O de Dominisu i nastanku boja u odsječku »Opinions on the nature of light at the beginning of the 17th century« na pp. 292–293.

Torbar, Josip. 1878. »Ob optici Markantuna de Dominis.«, *Rad JAZU* 43 (1878), pp. 196–219.

Tudjina Gamulin, Vesna. 1997. »Marcus Antonius de Dominis«, u: Marcus Antonius de Dominis, *A manifestation of motives*, edited by Vesna Tudjina Gamulin (Zagreb/Split: Croatian P.E.N. Centre, 1997), pp. 9–26. Ogled bez spomena rasprave *De radiis*.

Van Helden, Albert. 1977. *The invention of the telescope* (Philadelphia: American Philosophical Society, 1977). De Dominisova rasprava *De radiis* spomenuta na p. 5 isključivo zbog pisca predgovora Bartolija, koji je ubrojen među »pisce koji su inzistirali pri pripisivanju otkrića dalekozora Galileiu«. O della Porti i optičkim odlomcima iz 17. knjige njegova djela *Magia naturalis* (1589) na pp. 15–19 i 23–25 i među priloženim dokumentima na izvorniku i u engleskom prijevodu na pp. 34–35.

Villoslada, Riccardo G. 1954. *Storia del Collegio Romano dal suo inizio (1551) alla soppressione della Compagnia di Gesù (1773)* (Romae: Apud aedes Universitatis Gregorianae, 1954), o Claviusu napose u poglavlju »Galileo e il P. Clavio« na pp. 194–196.

Westfall, Richard S. 1980. *Never at rest: A biography of Isaac Newton* (Cambridge: Cambridge University Press). O kronologiji najranijih Newtonovih optičkih istraživanja na pp. 156–175; o predavanjima iz optike na pp. 211–222; o izdanjima *Optike* na pp. 792–796.

Whittaker, Edmund T. »Introduction«, pp. lxi–lxxvii, u: Isaac Newton, *Opticks*, based on the fourth edition London, 1730 (New York: Dover, 1979). O *De radiis* kao možebitnom izvoru Newtonova zanimanja za atmosfersku optiku na p. lxiv.

Wolff, Christian. 1716. *Mathematisches Lexicon, darinnen die in allen Theilen der Mathematick üblichen Kunst-Wörter erkläret, und zur Historie der mathematischen Wissenschaften dienliche Nachrichten ertheilet, auch die Schrifften, wo iede Materie ausgeführt zu finden, angeführt werden.* (Leipzig: Bey Joh. Friedrich Gleditschens seel. Sohn, 1716). U natuknici »Iris, der Regenbogen«, coll. 748–749, u col. 748 nalazi se netočna tvrdnja o Descartesovu odnosu prema de Dominisovoj raspravi *De radiis*.

Zabarella, Iacobus. 1590. *De rebus naturalibus libri XXX*. Quibus quaestiones, quae ab Aristotelis interpretibus hodie tractari solent, accuratè discutiuntur. Ad Sanctissimum Sistum V. Pont. Max. Cum triplici Indice, uno Librorum, altero Capitum omnium librorum, tertio Rerum omnium notatu dignarum, quae toto volumine continentur. (Venetiis: Apud Paulum Meietum Bibliopolam Patavinum, 1590). O vidu: »Iacobi Zabarellae Patavini de visu libri duo«, pp. 600–640.

Zaccaria, Francesco Antonio → Theotimus Eupistinus

Zenko, Franjo. 1976. »Marko Antun Dominis u svjetlu sukoba metoda u renesansnoj 'novoj' filozofiji prirode«, u: Žarko Dadić (ur.), *Zbornik radova o Marku Antunu Dominisu i znanstvenoj prošlosti otoka Raba* (Zagreb: Skupština općine Rab, 1976), pp. 73–84.

Zenko, Franjo. 1976. »Prirodnoznanstvena istraživanja Marka Antuna Dominisa u svjetlu gnoseologijsko-metodologijskog problema u postrenesansnoj 'novoj' filozofiji prirode«, *Prilozi za istraživanje hrvatske filozofske baštine* 2 (1976), pp. 15–28.

Zenko, Franjo. 1983. »Prirodnoznanstvena istraživanja Marka Antuna Dominisa u svjetlu gnoseologijsko-metodologijskog problema u postrenesansnoj 'novoj' filozofiji prirode«, u: Franjo Zenko, *Aristotelizam od Petrića do Boškovića: Oglеди o starijoj hrvatskoj filozofiji* (Zagreb: Globus, 1983), pp. 79–96. O *De radiis* na p. 80 i 85–90.

Ziggelaar, August. 1979. »Die Erklärung des Regenbogens durch Marcantonio de Dominis, 1611: Zum Optikunterricht am Ende des 16. Jahrhunderts«, *Centaurus* 23 (1979), pp. 21–50.

Ziggelaar, August. 1980. »Das Gymnasium der Jesuiten in Padua um 1590 in Verbindung mit dem Buche von Marcantonio de Dominis *De radiis visus et lucis*, 1611«, *Archivum Historicum Societatis Iesu* 49 (1980), pp. 255–264.

OPTIČKA RASPRAVA MARKA ANTUNA DE DOMINISA: GENEZA, METODOLOGIJA, ZNAČENJE

Sažetak

Konačnom redakcijom svoje optičke rasprave *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus* krajem 1609. i početkom 1610. godine Marko Antun de Dominis uključio se u prijem o dalekozoru, neovisno od Galileia, a prije Keplera i Claviusa, usmjeren isključivo na teoriju instrumenta. Kako je zaključeno na temelju pomnog proučavanja posvete urednika Giovannija Bartolija uz pomoć isusovačkih vrela, rane de Dominisove bilješke iz optike nastale su u razdoblju 1588–1595, kad je mladi isusovac bio predavač matematike u *Collegium Patavinum* u Padovi i profesor matematike i filozofije u *Collegium Brixienne* u Brescii. A budući da je Bartoli te rane spise okarakterizirao dvojako, kao bilješke (*commentaria*) i raspravu (*tractatus*), ostavio nam je dvojbu o njihovoj naravi.

Ciljajući na svoj prinos teoriji dalekozora, de Dominis je poglavlje o dalekozoru završio izjavom: »prvi sam probio led«. S pravom, jer je njegov rukopis *De radiis* odobren za tisak 27. siječnja 1610, 32 dana prije znamenitoga Galileieva astronomskog izvješća *Sidereus nuncius*. Predajući rukopis na cenzuru, de Dominis nije znao da se istodobno Galilei u svom spisu usredotočio na primjenu dalekozora u astronomskim motrenjima, a ne na teoriju i konstrukciju instrumenta. Premda je de Dominisov *De radiis* objavljen najranije u listopadu 1611, više od godinu i pol dana nakon Galileieva djela *Sidereus nuncius*, tekstualna analiza početnih stranica Galileieva pionirskog rada i dvaju de Dominisovih neizravnih prigovora Galileiu upućuje na zaključak da de Dominis rukopis svoje rasprave nije mijenjao nakon što je objavljen Galileiev *Sidereus nuncius*. Zato de Dominisove metode i zaključke u *De radiis* valja prosuđivati prema stanju istraživanja na kraju 1609.

Ako je Galileiev javni nastup s dalekozorom 1609. i bio povodom za konačno priređivanje i objavljivanje de Dominisove rasprave, ona je očuvala strukturu de Dominisova pristupa optičkim pitanjima iz njegovih profesorskih dana (1588–1595): temelji geometrijske i fizikalne optike, sažeta teorija optičkih leća, tumačenje duge. Najkasnije početkom 1610. izlaganju o lećama pridodan je kratak a dragocjen prinos teoriji dalekozora, prvi koji je sastavljen nakon 25. kolovoza 1609.

U prvom dijelu svoje rasprave pokušao je de Dominis nanizati sve fizikalne i matematičke pretpostavke i poučke na koje će se pozvati tijekom optičkih istraživanja. U svojoj je nakani tek djelomice uspio. Neke su njegove tvrdnje bile točne, neke netočne, a neke nejasne s točno opisanim učincima. Neke je pak naknadno uveo, ondje gdje su mu zatrebale u dokazu. Slično se dogodilo i s temeljnim pojmovima. Primjerice, definirao je pojam vidnog kuta, ali ne i žarišne daljine.

Nakon nejasnog vlastita tumačenja kako nastaje vid de Dominis se u drugom dijelu rasprave vješto bavio optičkim lećama, iako je oskudno poznao temeljne optičke veličine; primjerice, pojam žarišne daljine i žarišta shvatio je tijekom pokusa. Štoviše, pri izricanju zaključaka o lećama oslonio se isključivo na pokuse. Dva poglavlja o dalekozoru niti je zamislio niti ostvario kao tekst koji će se zalagati za ili protiv Galileia i po tomu je de Dominisova rasprava sebi priskrbila povlašten položaj, neuočen u povijesnim i filozofskim proučavanjima Galileieve epohe. Premda je napisao teorijski tekst o dalekozoru i u prilog dalekozoru, znameniti je Rabljanin dvojio o tomu koliko se instrument može usavršiti, i to s obzirom na njegov glavni učinak – povećanje predmeta. Time je proturiječio jednoj od osnovnih nakana svoga rukopisa – »čudesnim učincima« (*effectus mirabiles*) leća!

Da bi protumačio dugu, u trećem je dijelu rasprave de Dominis odabrao tri pristupa: povijesni prikaz tumačenja duge od Aristotela do renesansnih prirodnih filozofa, komentar treće knjige Aristotelove *Meteorologije* i izvornu znanstvenu raspravu (*nova et propria disputatio*) temeljenu na vlastitim pokusima i obrazloženjima. Slijedeći Aristotelovo polazište »Odbijanje je uzrok duge.« ponudio je vlastita tumačenja o nastanku unutrašnje i vanjske duge. U njima je izvorni doprinos bio popraćen ponekom nejasnoćom u obrazloženju i manjkavostima u likovnom prikazu pokusa. De Dominisovo je tumačenje duge bilo nepotpuno upravo ondje gdje se to najmanje moglo očekivati: on nije dosljedno primijenio stavak o lomu svjetlosti pri prijelazu iz jednog u drugo prozirno sredstvo, premda ga je jasno izrekao na početku rasprave. K tomu, opisujući pokuse sa staklenom kuglicom ispunjenom vodom nije razlučio hod pojedinačne zrake i prikaz snopa svjetlosnih zraka. Ta je trajna de Dominisova dilema, pratiti u pokusu

jednu zraku ili njihov snop, učinila nerazgovijetnim i njegovo teorijsko obrazloženje i likovni prikaz ključnoga pokusa.

Na stranicama svoje optičke rasprave prirodni filozof i prirodosnanstvenik de Dominis povezivao je teoriju i eksperiment, i to češće nego što su mu mnogi proučavatelji njegova djela bili spremni priznati. Ponekad je vjernost eksperimentalnom nalazu utrla put pogrešnom teorijskom zaključku, a ponekad je vjernost teorijskom polazištu otežavala točno tumačenje pokusa. U de Dominisovim optičkim istraživanjima uzajamne odnose teorije i eksperimenta pratila je stalna napetost s nesigurnim ishodom.

OPTICAL TREATISE OF MARKO ANTUN DE DOMINIS: GENESIS, METHODOLOGY, SIGNIFICANCE

Summary

The final version of de Dominis's optical treatise *De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus*, completed by the end of 1609 and the beginning of 1610, was marked by his contribution to the controversy on the telescope independently of Galileo and prior to Kepler and Clavius, devoted entirely to the theory of instrument. Close study of the dedication written by Giovanni Bartoli, the editor, and the Jesuit archival sources shows that de Dominis's early writings on optics date from the period when the young Jesuit lectured mathematics at *Collegium Patavinum* in Padua (1588–1590) and was professor of mathematics and philosophy at *Collegium Brixienne* in Brescia (1592–1595). Bartoli's dual characterization of these early writings, referred to as notes (*commentaria*) or treatise (*tractatus*), leaves us with a dilemma concerning their nature.

Alluding to his contribution to the theory of the telescope, de Dominis concluded the chapter on the new scientific instrument with the statement »I am the first to break the ice«. So right he was because the imprimatur of his treatise *De radiis* was dated January 27, 1610, or 32 days before Galileo's astronomical report *Sidereus nuncius*. While submitting his manuscript before the censorship, de Dominis was not acquainted with Galileo's writing and the latter's parallel efforts directed towards the application of telescope in astronomical observations and not the theory and the construction of instrument. Although de Dominis's *De radiis* was published in October 1611 at the earliest, more than a year and a half after Galileo's *Sidereus nuncius*, the comparative textual analysis of the first pages of Galileo's pioneering work and de Dominis's two indirect objections concerning Galileo leads to the conclusion that de Dominis made no changes in his manuscript after the publication of Galileo's *Sidereus nuncius*. That is why de Dominis's methods and conclusions in *De radiis* should be viewed in accordance with *status quaestionis* of the end of 1609.

Even if Galileo's public demonstration of the telescope on August 25, 1609, did influence the final version and publishing of de Dominis's treatise, it retained the structure of de Dominis's approach to optical problems from the time of his professorship (1588–1595): the foundations of geometrical and physical optics, an abridged theory of optical lenses, explanation of the rainbow. In January 1610 at the latest, the

theory of lenses was accompanied by a short yet valuable contribution to the theory of the telescope, the first of the kind written after August 25, 1609.

In the »first« part of the treatise de Dominis tried to list all the physical and mathematical suppositions and propositions that he would refer to during the optical research. Some of his statements were true, some incorrect or obscure with exactly described effects. Certain statements were added afterwards in places where they could contribute to the proof. He followed a similar pattern with the basic notions as well. For example, he defined the notion of the angle of view but failed to do the same with the focal length.

After an obscure explanation of the origin of vision, in the »second« part de Dominis expounded the optical lenses despite his scanty knowledge of the basic optical notions; for example, he acquired his understanding of the notion of focal length and focus in the course of the experiments. Moreover, his conclusions on the lenses are entirely based on the experiments. Two chapters on the telescope were neither conceived nor realized as a text which would argue for or against Galileo, thus crediting de Dominis's treatise with a privileged position, undetected in the historical or philosophical study of Galileo's epoch. Although de Dominis's text on the telescope is theoretical and promotive, the distinguished nobleman of Rab harboured doubts about the possible improvements of the instrument regarding its main effect – magnification of an object. Thus he contradicted one of the basic intentions of his treatise – »the marvellous effects« (*effectus mirabiles*) of the lenses.

In his explanation of the rainbow, comprised in the »third« part of the treatise, de Dominis decided on three approaches: a historical survey of the interpretation of the rainbow from Aristotle to the natural philosophers of the Renaissance, commentary on the third book of Aristotle's *Meteorologica*, and the original scientific dispute (*nova et propria disputatio*), based on his own experiments and explanations. Following Aristotle's starting-point expressed in »Reflection is the cause of the rainbow«, he offered his own interpretations of the origin of the primary and secondary bow. In them the original contribution was accompanied by occasional lack of clarity and certain weaknesses in the illustration of the experiment. De Dominis's interpretation of the bow proved incomplete where least expected: he was inconsistent in the application of the proposition on the refraction of light on the boundary between two transparent media, although he had clearly formulated it at the beginning of the treatise. In addition, while describing the experiments with the small glass ball filled with water, he failed to distinguish the path of a single light beam and the representation of the ray bundle. De Dominis's ever-lasting dilemma of whether to follow in the experiment a single ray of light or their bundle made his theoretical explanation and the illustration of the key experiment incomprehensible.

On the pages of his optical treatise the natural philosopher and scientist, de Dominis, combined theory and experiment more frequently than many of his specialists were ready to admit. True, commitment to the experimental result did at times lead towards erroneous theoretical conclusions, just as adherence to a certain theoretical view interfered with the accurate interpretation of the experiment. De Dominis's optical research was characterized by constant tension between theory and experiment, the result being unpredictable.