

# Jaroslav Włodarczyk

---

## Mikołaj Kopernik, "camera obscura" i Krakowska Szkoła Astronomiczna

---

Prace Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności 10, 353-360

---

2010

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Jarosław WŁODARCZYK

## MIKOŁAJ KOPERNIK, *CAMERA OBSCURA* I KRAKOWSKA SZKOŁA ASTRONOMICZNA<sup>1</sup>

Część księgozbioru, będącego niegdyś własnością Mikołaja Kopernika, znajduje się obecnie w Bibliotece Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu w Uppsali<sup>2</sup>. Pośród tych tomów jest także *Calendarium Romanum magnum* Johanna Stoefflera, wydane w Oppenheim w 1518 roku. Dzieło Stoefflera zawiera przewidywania dotyczące przebiegu zaćmień Słońca i Księżyca w latach 1518–1573. Prognozy mają postać rycin, przedstawiających przesłonięcie tarcz obu ciał niebieskich podczas maksymalnej fazy zjawiska (ryc. 1); na tuzinie diagramów z książki Stoefflera Kopernik pozostawił odręczne notatki<sup>3</sup>. Cztery glosy Kopernika dotyczą częściowych zaćmień Słońca – z 29 marca 1530, 18 czerwca 1536, 7 kwietnia 1540 i 21 sierpnia 1541 roku – które astronom obserwował we Fromborku pod koniec swojego życia i których maksymalną fazę udało mu się wyznaczyć. Informacje zapisane przez Kopernika brzmią tak:

[29 III 1530]

*obseruata varmie puncta 8*

*principium 17.58*

*finis 19.50*

*medium 18.54*

---

<sup>1</sup> Materiał zawarty w niniejszym artykule był już częściowo prezentowany w pracach: J. Włodarczyk, *Solar Eclipse Observations in the Time of Copernicus: Tradition or Novelty?*, „Journal for the History of Astronomy”, t. 38 (2007), s. 351–364; idem: *Z książką przez życie*, pod red. A. Krawczyka, Lublin 2008, s. 87–99.

<sup>2</sup> P. Czartoryski, *The Library of Copernicus*. [W:] *Science and History* („Studia Copernicana” t. XVI). Wrocław 1978, s. 355–396.

<sup>3</sup> Zapiski te zidentyfikował w ostatnich latach XIX w. Ludwik Antoni Birkenmajer i szczegółowo przeanalizował w swoim dziele: *Mikołaj Kopernik*, Kraków 1900, s. 546–556.

[18 VI 1536]

[puncta] quasi 9 a borea  
duravit ad finem hore tertie



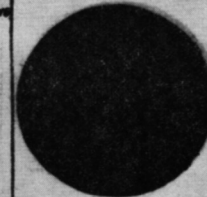
[7 IV 1540]

[puncta] 11  
finis h. 18.40. varmie  
defecit ab austro

[21 VIII 1541]

[puncta] fere 4 1/2  
a borea  
in fine medium celi XV Librae, hor. 2.24<sup>4</sup>

Są tu skrótowo podane różne dane obserwacyjne, ale dla naszych dalszych rozważań ważne będą jedynie fazy maksymalnego zaćmienia, które zgodnie z tradycją wywodzącą się jeszcze ze starożytności Kopernik wyraził w dwunastych częściach średnicy tarczy Słońca (*puncta*), zwanych calami.

SCHEMATA ECLYPSIVN LV								
MINARIVM. CVM IVSTA TEMPORVM ANNOTATIONE								
1539			1540			1541		
ECLYPSIS SOLIS			ECLYPSIS SOLIS			ECLYPSIS LVNE		
Die	Doz	Minuta	Die	Doz	Minuta	Die	Doz	Minuta
18	4	19	6	17	16	11	16	35
Aprilis.			Aprilis.			Mortu.		
Dimidia duratio.			Dimidia duratio.			Dimidia duratio.		
Doz		Minuta	finis Doz		Minuta	Doz		Minuta
0		57	5 10 40		1 var 2 var	1		49
Puncta 9 hore			Puncta 12 hore			Puncta 16 hore		
								
5 27 50 in fine			28			ab austro		

Ryc. 1. Prognozy zaćmień dla lat 1539–1544 z *Calendarium Romanum magnum* Stoefflera. Na tej karcie (fragment) są widoczne notatki Kopernika z obserwacji dwóch zaćmień Słońca z 18 kwietnia 1539 i 7 kwietnia 1540 roku. W przypadku ostatniej astronom odnotował maksymalną fazę zaćmienia. Bibl. Obs. Astron., Uppsala, Coll. Hjärter, G I, 51, k. D3v. Fot.

Instytut Historii Nauki PAN w Warszawie

<sup>4</sup> Birkenmajer, *op. cit.*, s. 552, 554 i 555.

Obserwacje zaćmień stanowiły ważną część astronomii Kopernika. W *Narratio prima* Jerzy Joachim Retyk pisał o swoim mistrzu: *Ipse per XL fere annos in Italia et hic Varmiae eclipses et motum Solis observavit [...]*<sup>5</sup>. Stwierdzenie to podąża za słowami Kopernika, które znajdujemy w jego dziele *O obrotach* (III 20): „Również więc co do tego, że umieściłem apogeum na 6 i pół i jednej szóstej stopnia Raka, nie zadowolilem się tym, żeby polegać na przyrządach horoskopowych, o ile by nie upewniły mnie w tym także zaćmienia Słońca i Księżyca. One bowiem, jeżeliby w tamtych tkwił jakiś błąd, niewątpliwie go wykrywają”<sup>6</sup>. Kopernik jednak nigdzie nie opisał, w jaki sposób mierzył fazę zaćmienia. W 1900 roku Ludwik Antoni Birkenmajer wysunął hipotezę, że Kopernik posługiwał się przy obserwacjach zaćmień techniką wykorzystującą *camera obscura* (kamera otworkowa)<sup>7</sup>. Asumpt do wysunięcia takiego przypuszczenia dał Birkenmajerowi pewien fragment nowego wydania dzieła *Theoricæ novum planetarum* Georga Peurbacha, opublikowanego przez Erasmusa Reinholda.

Birkenmajer zauważył, że opis zastosowania *camera obscura* do obserwacji zaćmienia Słońca nie występuje w pierwszym wydaniu dzieła Reinholda (Wittenberga 1535), natomiast pojawia się w jednej z kolejnych edycji – z 1580 roku i że przedrukowany w tym wydaniu wstęp Reinholda jest datowany na kwiecień 1542 roku. Reinhold był w tym czasie profesorem matematyki i astronomii na uniwersytecie w Wittenberdze oraz starszym kolegą Retyka, także związanego z tą uczelnią. Birkenmajer uznał, że to właśnie Retyk, poznawszy ciekawą metodę obserwacji słonecznych zaćmień we Fromborku podczas swojego pobytu tam między majem 1539 a wrześniem 1541 roku, podzielił się nowiną z Reinholdem. Jednakże żadnych innych dowodów na poparcie swojej hipotezy – poza ową czasową koincydencją – Birkenmajer nie przedstawił.

Uwagę Birkenmajera można doprecyzować. Po pierwsze, dziś wiemy, że Retyk przerwał na pewien czas swój pobyt u Kopernika i na przełomie lat 1540–1541 przebywał w Wittenberdze – zapewne przez kilka tygodni<sup>8</sup>. A zatem młody matematyk rzeczywiście mógł towarzyszyć Kopernikowi podczas obserwacji zaćmienia Słońca w kwietniu 1540 i sierpniu 1541 roku. Po drugie, dzieło *Erasmii Reinholdi Salueldensis Theoricæ Novæ Planetarum Georgii Purbachii [...] recens editæ et auctæ novis scholiis [...]* miało w latach 1535–1580 co najmniej osiem wydań. Część z nich była po prostu wznowieniem pierwszego wydania z 1535 roku (Wittenberga 1551, Bazylea 1569 i 1573) i te nas nie interesują. Ważne bowiem jest drugie wydanie, opublikowane w Wittenberdze w 1542 roku, gdyż już w tej edycji po-

<sup>5</sup> Georgii Joachimi Rhetici, *Narratio prima*. Édition critique, traduction Française et commentaire par H. Hugonnard-Roche et J.-P. Verdet („Studia Copernicana” t. XX), Wrocław 1982, s. 49.

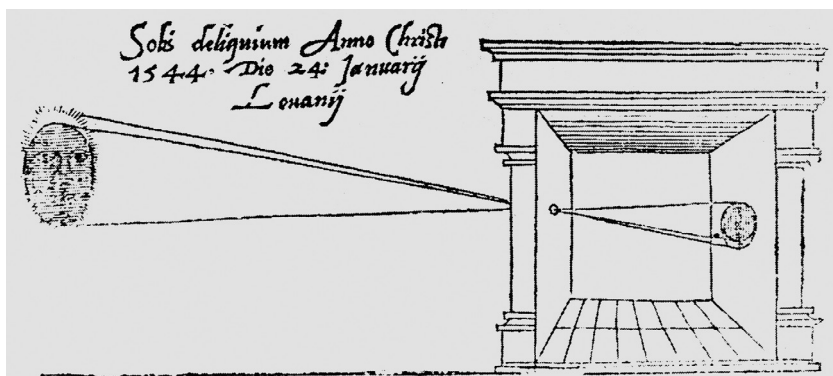
<sup>6</sup> Mikołaj Kopernik, *O obrotach*. Tłum. S. Oświecimski, Warszawa–Kraków 1976, s. 157.

<sup>7</sup> L.A. Birkenmajer, *op. cit.*, s. 296–297.

<sup>8</sup> J. Kraai, *The newly-found Rheticus lectures*, „Beiträge zur Astronomiegeschichte”, t. 1 (1998), s. 32–40.

jawiał się opis metody obserwacyjnej, który zwrócił uwagę Birkenmajera w wydaniu z 1580 roku (wcześniejsze wznowienia tej wersji traktatu: Wittenberga 1553, Paryż 1557). Rok drugiej edycji dzieła Reinholda, 1542, czyni hipotezę Birkenmajera jeszcze bardziej interesującą, ponieważ z przytoczonych faktów wynika, że Retyk podzielił się informacjami o nieznanym sposobie pomiaru fazy zaćmienia Słońca prawdopodobnie podczas swojego krótkiego wypadu z Fromborka do Wittenbergi, czyli po wspólnych z Kopernikiem obserwacjach wiosennego zaćmienia 1540 roku. Niemniej jeśli odwołujemy się jedynie do dzieła Reinholda, w dalszym ciągu pozostajemy w sferze nieudokumentowanych przypuszczeń, albowiem tekst dodany przez niego do drugiego wydania traktatu nic nie mówi o źródle wiadomości o nowej metodzie obserwacji. Brzmi on tak:

„Kiedy obliczenia zapowiadają zaćmienie Słońca, wejdziesz albo pod dach wysokiego domu, albo do niezbyt niskiej izby lub też na piętro, które tym zdaniejsze będzie do tego zadania, im jest wyższe. Niech miejsce, w którym rozpoczniesz obserwację, będzie pozbawione wszelkiego światła, na ile to możliwe. Niemniej jeśli nawet zamkniesz i pozatykasz wszystko, z pewnością znajdzie się jakaś szczelina czy też otwór dowolnego kształtu, przez który promienie Słońca zdołają się wdrzeć. Gdyby tak się nie stało, sam odśrodek niewielki otwór dla wpadających promieni. Kiedy to uczynisz, albo na płaszczyźnie posadzki, albo na cegle leżącej naprzeciw otworu zaobserwujesz wpadające światło słoneczne i ujrzysz (doprawdy, rzecz to nadzwyczajna), że przedstawia ono obraz Słońca i że brakuje tyle słonecznej tarczy, ile zabiera Księżyc, wchodząc w nasze pole widzenia. I w ten sposób dojrzysz na własne oczy, jaka część 12 cali świetlistej tarczy została przesłonięta [...], jeśli nawet będziesz przyglądał się nie niebu, lecz ziemi. Utalentowany obserwator z tak ulotnego przedstawienia znacznie więcej zrozumie, oszacuje etc.”<sup>9</sup>



Ryc. 2. Obserwacja częściowego zaćmienia Słońca 24 stycznia 1544 roku za pomocą *camera obscura*. Rycina z dzieła: Gemma Frisius: *De radio astronomico et geometrico liber*. Antwerpia 1584 (wyd. I: 1545)

<sup>9</sup> Erasmus Reinhold, *Erasmi Reinholdi Salueldensis Theoricae Novae Planetarum Georgii Purbachii [...] recens editae et auctae novis scholiis [...]* Wittenberga 1542, k. Z8.

Tymczasem rzeczywiście przeprowadzane przez Kopernika obserwacje zaćmień Słońca mogły wyglądać podobnie, albowiem niedawno udało się wykazać, iż fromborski astronom posługiwał się tą metodą przy wyznaczaniu faz zaćmień częściowych. Rzecz w tym, że obraz tarczy Słońca uzyskany na ekranie z użyciem *camera obscura* można uznać za miarę kątowej średnicy tej tarczy, pod warunkiem że od średnicy obrazu odejmiemy średnicę apertury. Jeśli się tego nie wie – a Mikołaj Kopernik nie miał o tym pojęcia, gdyż ostateczne rozwiązanie problemu przedstawił Johannes Kepler w 1600 roku<sup>10</sup> – do pomiarów wkłada się błąd systematyczny. Łatwo jest obliczyć, że jeżeli mierzymy liniową fazę częściowego zaćmienia Słońca bez uwzględnienia zafałszowania rezultatu, wynikającego ze skończonej średnicy otworu, zawsze powinniśmy otrzymać wartość fazy mniejszą od rzeczywistej<sup>11</sup>.

Porównanie wartości faz zaćmień Słońca z lat 1530, 1536, 1540 i 1541, zmierzonych przez Kopernika i zapisanych na kartach *Calendarium Romanum magnum* Stoefflera, z rzeczywistymi fazami tych zaćmień, uzyskanymi dzięki współczesnym efemerydom astronomicznym, pokazuje, że wyniki astronoma z Fromborka są obciążone błędem systematycznym wynoszącym  $-0,8$  cala (faza zaobserwowana minus faza obliczona). Co więcej, wszystkie fazy uzyskane przez Kopernika są za małe, gdyż ich błędy lokują się w przedziale od  $-1,5$  do  $-0,5$  cala. A zatem wszystko wskazuje na to, że wymienione obserwacje zaćmień były przeprowadzane w podobnych warunkach i z użyciem *camera obscura*, wprowadzającej błąd skończonej apertury.

Jeżeli uznamy matematyczną analizę błędów obserwacji Kopernika za przekonujący dowód, powinniśmy zapytać, co doprowadziło Kopernika do przyrządu tego rodzaju i do jego astronomicznych zastosowań. Chociaż odpowiedź wciąż skrywa się w mroku tajemnicy, z całą pewnością warto w tym miejscu zwrócić uwagę na możliwą rolę środowiska krakowskiego. Oto kilka uwag na ten temat.

Za czasów studenckich Mikołaja w naukowym środowisku Krakowa była dostępna bogata kolekcja piętnastowiecznych rękopisów optycznych<sup>12</sup>. Wśród krakowskich manuskryptów znajdował się nie tylko traktat *Perspectiva communis* Peckhama, gdzie zagadnienie astronomicznego wykorzystania *camera obscura* pojawia się jako marginalna wzmianka, lecz także jedyny znany dziś egzemplarz

---

<sup>10</sup> Poprawne rozwiązanie, równoważne z teorią Keplera, znalazł pod koniec XVI w. niezależnie od Keplera sycylijski uczonec Francesco Maurolico, lecz zostało ono opublikowane dopiero w 1611 r. Kontekst powstania teorii Keplera przedstawia klasyczna praca: S. Straker, *Kepler, Tycho, and the „Optical part of astronomy”: the genesis of Kepler’s theory of pinhole images*, „Archive for History of Exact Sciences”, t. 24 (1981), s. 267–293.

<sup>11</sup> Matematyczną dyskusję zagadnienia, szczegółową analizę obserwacji Kopernika i wynikające stąd wnioski przedstawia artykuł: J. Włodarczyk, *Solar Eclipse Observations...*

<sup>12</sup> G. Rosińska, *Fifteenth-century Optics: Between Medieval and Modern Science* („Studia Copernicana” t. XXIV). Wrocław 1986, s. 181.

pracy Egidiusa de Baisiu, którego wkład w zrozumienie zagadnienia formowania się obrazu w kamerze otworkowej przewyższa wszystko, co zdołała osiągnąć średniowieczna nauka Europy łacińskiej<sup>13</sup>. Rękopis z traktatem Egidiusa (przypuszczalnie francuskiej proveniencji) był w bibliotece Macieja z Miechowa, tej samej, której katalog, sporządzony z datą 1 maja 1514 roku, wspomina o rękopisie utrzymującym, że Ziemia się porusza, a Słońce tkwi w spoczynku – pierwszym znanym opisie heliocentrycznej teorii Kopernika, uznawanym obecnie za *Commentariolus*<sup>14</sup>.

Wiadomo, że Marcin Biem z Olkusza, krakowski profesor astronomii i astrologii, współpracował z Kopernikiem przy równoczesnych obserwacjach zaćmień Księżyca<sup>15</sup>. Kopernik odnosił parametry swojej teorii do południka krakowskiego, który uznawał za identyczny z południkiem fromborskim. Pisał: „Wszystkie te dane odnoszą się do południka krakowskiego, ponieważ Gynopolis, zwane powszechnie Fromborkiem, gdzie przeważnie wykonywałem swoje obserwacje, położone przy ujściu rzeki Wisły, leży właśnie, jak wskazują mi na to zaćmienia Księżyca i Słońca obserwowane jednocześnie w obu tych miejscowościach, pod tym południkiem [...]”<sup>16</sup>. Niestety, szczegóły współpracy między Fromborkiem i Krakowem nie są znane.

Mimo że nie znamy przedmiotów, które student Mikołaj zgłębiał na krakowskiej Alma Mater w latach 1491–1495, wiemy, iż w semestrze zimowym 1492/93 Marcin Biem nauczał optyki; jest również bardzo prawdopodobne, że Kopernik uczęszczał na jego wykłady z astronomii<sup>17</sup>. Poza tym Marcin Biem obserwował w Krakowie i Olkuszu co najmniej trzy częściowe zaćmienia Słońca (1 października 1502, 8 czerwca 1518 i 29 marca 1530 roku; to ostatnie należy także do zaćmień badanych przez Kopernika we Fromborku)<sup>18</sup>. Niestety, opisowy sposób rejestrowania niektórych wyników pomiarów fazy zaćmienia nie pozwalała na

<sup>13</sup> Historię problemu *camera obscura* w dziełach łacińskiego średniowiecza przedstawiają prace: D. C. Lindberg, *The Theory of Pinhole Images from Antiquity to the Thirteenth Century*, „Archive for History of Exact Sciences”, t. 5 (1968), s. 154–176; idem, *A Reconsideration of Roger Bacon's Theory of Pinhole Images*, „Archive for History of Exact Sciences”, t. 6 (1970), s. 214–223; idem, *The Theory of Pinhole Images in the Fourteenth Century*, „Archive for History of Exact Sciences”, t. 6 (1970), s. 299–325; B. R. Goldstein, *The Astronomy of Levi ben Gerson (1288–1344)*, Nowy Jork/Berlin 1985, s. 48–50, 140–143; J. L. Mancha, *Egidius of Baisiu's Theory of Pinhole Images*, „Archive for History of Exact Sciences”, t. 40 (1989), s. 1–35; idem, *Astronomical Use of Pinhole Images in William of Saint-Cloud's Almanach planetarum (1292)*, „Archive for History of Exact Sciences”, t. 43 (1992), s. 275–298.

<sup>14</sup> L. A. Birkenmajer, *Stromata Copernicana*, Kraków 1924, s. 201–202.

<sup>15</sup> L. A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik*, s. 449–474.

<sup>16</sup> M. Kopernik, *op. cit.*, s. 188.

<sup>17</sup> M. Markowski, *Stopniowa przewaga astrologii nad astronomią w pierwszej połowie XVI wieku w Uniwersytecie Krakowskim*. [W:] *Historia astronomii w Polsce*. T. I. Pod red. E. Rybki, Wrocław 1975, s. 158.

<sup>18</sup> L. A. Birkenmajer, *op. cit.*, s. 459–460, 471, 473.

precyzyjną analizę danych Marcina Biema<sup>19</sup>, a on sam nie pozostawił informacji o stosowanej przez siebie metodzie obserwacji.

Istnieją więc poważne przesłanki, by uznać uniwersytecki Kraków za środowisko, w którym Kopernik poznał astronomiczne zastosowania *camera obscura*, chociaż nie można wykluczyć innego scenariusza. Być może rozwiązanie tej zagadki tkwi w zbiorach rękopisów Biblioteki Jagiellońskiej.

Jakkolwiek potoczają się przysze badania na ten temat, już dziś możemy dość dobrze uchwycić ślad, jaki metoda Kopernika odcisnęła na astronomii i optyce drugiej połowy XVI stulecia. Przypomnijmy: dysponujemy serią czterech obserwacji słonecznych zaćmień, której analiza dostarcza silnych argumentów na rzecz hipotezy, że Kopernik posługiwał się przy pomiarach fazy kamerą otworkową. Możemy bezpiecznie założyć, iż Retyk był świadkiem dwóch z czterech obserwacji Kopernika. Wiemy też, że w okresie współpracy z Kopernikiem Retyk dwukrotnie powracał do Wittenbergi – pod koniec 1540 i wczesną jesienią 1541 roku – gdzie pracował jego starszy kolega Erasmus Reinhold. Nie ulega wątpliwości, że Retyk miał okazję, by przekazać Reinholdowi informacje o technice obserwacyjnej Kopernika, albowiem wzmianka o tej metodzie pojawiła się w drugim wydaniu książki Reinholda, opublikowanym w połowie 1542 roku.

Informacja Reinholda wywarła duży wpływ na naukę drugiej połowy XVI wieku. Tycho Brahe rozpoczął swoją karierę astronoma-observatora od sprawdzenia, że najlepszą metodą pomiarów zaćmień zapewnia *camera obscura*<sup>20</sup>. Brahe zapoznał się z tą metodą dzięki lekturze *De radio astronomico et geometrico liber* (Antwerpia/Louvain 1545) Reinera Gemmy Frisiusa, który opisał swoje obserwacje zaćmienia Słońca z 1544 roku, przeprowadzone w sposób rekomendowany przez Reinholda<sup>21</sup>. Metodę przedstawioną przez Reinholda „z wielką starannością dopracował” Michael Maestlin<sup>22</sup>. Kepler był świadkiem obserwacji i pomiarów wykonywanych przez swojego nauczyciela podczas studiów w Tybindze, a później zetknął się z problemami Brahego dotyczącymi redukcji wyników obserwacji zaćmień przeprowadzonych za pomocą kamery otworkowej. Koniec końców, Kepler zbudował własny przyrząd tego rodzaju i skierował go ku zaćmionemu Słońcu. Jak podkreślił Stephen Straker, to właśnie potrzeba rozwiązania zagadki rezultatów pomiarów fazy zaćmienia, uzyskanych przez Brahego, skłoniła Keplera do opracowania teorii tworzenia się obrazu po przejściu światła

<sup>19</sup> Zob. J. Włodarczyk, *op. cit.*, s. 361–362.

<sup>20</sup> S. Straker, *op. cit.*, s. 269.

<sup>21</sup> *Ibidem*, s. 269–270. Książka Gemmy stała się znana dzięki wznowieniu jej razem z poprawionym wydaniem *Cosmographia* Petera Apiana (Antwerpia 1584; zob. ryc. 2 w niniejszej pracy). Nawiasem mówiąc, Kepler zauważył, że liniowa faza zaćmienia, wyznaczona przez Gemmę (10 cali), jest za mała. Najwyraźniej Gemma Frisius nie wiedział o systematycznym błędzie, wprowadzanym przez skończoną aperturę *camera obscura*.

<sup>22</sup> J. Kepler, *Joannis Kepleri astronomi opera omnia*. Pod red. C. Frischa. T. II, Frankfurt nad Menem/Erlagen, s. 349–350.



przez skończoną aperturę, doprowadzając w ten sposób do sformułowania podstaw optyki nowożytnej w *Ad Vitellionem paralipomena*<sup>23</sup>. Jeśli więc uznamy, że to właśnie zastosowana przez Kopernika metoda obserwacji zaćmień Słońca trafiła na karty dzieła Reinholda, zyskując tym sposobem popularność pośród astronomów drugiej połowy XVI wieku, to wówczas będziemy musieli przyznać, iż warmiński kanonik nie tylko „nauczył astronomów, w jaki sposób posłużyć się cyrklem, aby mierzyć fazy zaćmień Słońca”<sup>24</sup>, lecz także zasiał ziarno, z którego wykiełkowała optyka nowożytna.

### Abstract

#### Nicolaus Copernicus, the *camera obscura*, and Cracow School of Astronomy

This paper offers a discussion of a series of observations made in Frauenburg by Nicolaus Copernicus. The series was recorded by Copernicus in his copy of Johann Stoeffler's *Calendarium Romanum Magnum* (Oppenheim 1518), and concerns four partial solar eclipses that occurred in 1530, 1536, 1540, and 1541. It is argued that Copernicus employed the *camera obscura* (pinhole camera) to measure the magnitude of these eclipses. This conclusion allows us to strengthen a thesis previously formulated by Ludwik A. Birkenmajer and to propose that the astronomical use of images formed through an aperture, which spread among European astronomers in the second half of the sixteenth century, may have its source in eclipse measurements made by Copernicus during the later years of his scientific activity. It is also argued that the scientific community at Cracow seems the most obvious environment where Copernicus might have learned about the astronomical use of a *camera obscura*.

<sup>23</sup> S. Straker, *op. cit.*, s. 293.

<sup>24</sup> J. Kepler, *op. cit.*, s. 153. Kepler użył tych słów, aby pochwalić nie Kopernika, o którego prawdopodobnym udziale w rozwoju metody obserwacji zaćmień nic nie wiedział, lecz Reinholda, Gemmę Frisiusa i Maestlina.