

# Sobotko, Paweł

---

## O zaćmieniach Słońca i Księżyca obserwowanych przez Mikołaja Kopernika

---

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 36/3, 153-174

---

1991

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



## O zaćmieniach Słońca i Księżyca obserwowanych przez Mikołaja Kopernika

Do obserwacji zaćmień Słońca i Księżyca przywiązywano dużą wagę już od zamierzczonej przeszłości<sup>1</sup>. Również w czasach Mikołaja Kopernika nie zaniedbywano obserwacji i obliczeń efemeryd zjawisk zaćmieniowych. Sam Kopernik wykorzystywał obserwacje zaćmień do pracy nad teorią ruchu Księżyca, a także nad heliocentryczną budową naszego układu planetarnego. Posiadamy dziś informacje o 64 obserwacjach astronomicznych wykonanych przez astronoma, przy czym 15 spośród nich to obserwacje zjawisk zaćmieniowych<sup>2</sup>.

W pierwszej fazie obliczeń użyłem programów komputerowych Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii — „Sol-Ecl”, „Lun-Ecl” i „Kanon”, udostępnionych mi przez Marka Zawilskiego z Łodzi<sup>3</sup> oraz własnego programu „Zaćmienia”. Wymienione programy zostały napisane na mikrokomputerze ZX Spectrum, w języku Basic i, częściowo, w kodzie maszynowym. Wykonują one obliczenia współrzędnych Słońca i Księżyca w oparciu o wzory podane przez J. Meeusa<sup>4</sup>, a przebiegu samych zaćmień — metodami opisanymi przez A.A. Michajłowa<sup>5</sup>. W ostatnim etapie pracy skorzystałem z programu „ZSK5”, napisanego na IBM PC w języku Fortran 77 przez Kazimierza M. Borkowskiego z Torunia<sup>6</sup>. Program ten wykorzystuje algorytm obliczania pozycji Słońca, które podali P. Bretagnon, J.L. Simon i J. Laskar<sup>7</sup> oraz procedury do obliczania współrzędnych Księżyca, autorstwa

- 
1. Zob. np. M. Zawilski, *Historyczne obserwacje zjawisk zaćmieniowych*, „Urania”, cz. I, 1990, 61, 1, 2-9; cz. II, 1990, 61, 2, 42-49; cz. III, 1990, 61, 3, 75-87; cz. IV, 1990, 61, 4, 102-112; cz. V, 1990, 61, 5, 137-145; cz. VI, 1990, 61, 6, 177-184; cz. VII, 1991, 62, 1, 10-19; cz. VIII, 1991, 62, 2, 48-53; cz. IX, 1991, 62, 5, 134-146; cz. X, 1991, 62, 6, 168-175.
  2. L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I. Studia nad pracami Kopernika oraz materiały biograficzne*, Kraków 1900, s. 317-319; J. Pagaczewski, *Obserwatoria Mikołaja Kopernika na Warmii*, Olsztyn 1967, s. 80-83.
  3. Szczegóły nt. programów komputerowych zob. M. Zawilski, J. Wiland i R. Fangor, „Urania”, 1986, 57, 12, 331-338; 1987, 58, 2, 46-52; 1988, 59, 9, 266-272; 1990, 61, 7-8, 215-220; 1990, 61, 9, 255-260.
  4. J. Meeus, *Astronomical Formulae for Calculators*, Richmond 1982.
  5. A.A. Michajłow, *Teoria zamięnienij*, Moskwa 1954.
  6. Dokładniejsze informacje o programie zob. K.M. Borkowski, *Astronomiczne obliczenia nie tylko dla geografów* (skrypt UMK), Toruń 1991, s. 116-123. Zob. też K.M. Borkowski, *Solar Eclipses in Poland 900-2200*, „Postępy Astronautyki”, 1989, 22, 3-4, 99-130; K.M. Borkowski, *Lunar Eclipses in Europe 900-2200*, „Earth, Moon, and Planets”, 1990, 49, 107-140; K.M. Borkowski, *Lunar Penumbra Eclipses 1900-2200*, „Earth, Moon, and Planets” 1990, 49, 141-148.
  7. P. Bretagnon, J.L. Simon, J. Laskar, *Presentation of new solar and planetary tables of interest for historical calculations*, „Journal for the History of Astronomy”, 1986, 17, 39-50.

M. Chapront-Touzé i J. Chapront<sup>8</sup>. Uwzględniona została także poprawka  $\Delta T$  na nierównomierność rotacji Ziemi.  $\Delta T$  jest różnicą pomiędzy czasem efemerydalnym (jednostajnym) i uniwersalnym (niejednostajnym, związanym z ruchem Ziemi). Wartości  $\Delta T$  zostały obliczone przy użyciu wzorów zamieszczonych w pracy F.R. Stephensona i L.V. Morrisona<sup>9</sup>. Kilka przybliżonych wartości  $\Delta T$  dla lat 1473-1543, podaje tab. 1.

Tabela 1. Wartości poprawki  $\Delta T$  dla lat 1473-1543

Rok	$\Delta T$
1473	4 <sup>≈</sup> 5
1483	4.2
1493	4.0
1503	3.7
1513	3.5
1523	3.2
1533	3.0
1543	2.8

Wykorzystując omówione programy<sup>10</sup>, obliczyłem dane dotyczące wszystkich zaćmień Słońca i Księżyca, które zaszły w najprawdopodobniejszych miejscach pobytu Mikołaja Kopernika, w ciągu całego jego życia (1473-1543)<sup>11</sup>. Informacje o tych zaćmieniach zawierają tab. 2 i 3. Łącznie, w wyniku przeprowadzonych obliczeń, znalezione zostały 32 zaćmienia Słońca i 62 zaćmienia Księżyca (bez półcieniowych).

Dokładność wykonanych obliczeń jest dosyć wysoka (około 1 minuty w momentach i poniżej 0.01 w fazach zaćmień).

Tabela 2. Zaćmienie Słońca

Data	Moment UT maksimum	Maksymalna faza	Miejscowość
1473-04-27 Wt	5:39	0.47	Toruń
1475-09-30 So	(5:03)	(0.06)	Toruń
1476-02-25 Nd	(5:28)	(0.63)	Toruń
1478-07-29 Śr	13:18	0.53	Toruń

8 M. Chapront-Touzé, J. Chapront, *ELP 2000-85: a semi-analytical lunar ephemeris adequate for historical times*, „Astronomy and Astrophysics”, 1988, 190, 342-352.

9 F.R. Stephenson, L.V. Morrison, *Long-term changes in the rotation of the Earth: 700 B.C. to A.D. 1980*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”, 1984, A 313, 47-70.

10 Za ich udostępnienie serdecznie dziękuję Panom M. Zawilskiemu i K.M. Borkowskiemu,

11 Najprawdopodobniejsze miejsca pobytu Kopernika ustaliłem na podstawie prac: M. Biskup, *Regesta Copernicana* (Studia Copernicana, t. VII), Wrocław 1973; J. Sikorski, *Mikołaj Kopernik na Warmii. Kalendarium życia i działalności* [w:] Kopernik na Warmii, Olsztyn 1973, s. 427-520.

Data	Moment UT maksimum	Maksymalna faza	Miejscowość
1479-07-19 Pn	4:47	0.07	Toruń
1479-12-13 Pn	10:33	0.63	Toruń
1482-05-17 Pt	18:44	0.64	Toruń
1485-03-16 Śr	15:52	0.89	Toruń
1486-03-06 Pn	5:11	0.85	Toruń
1487-07-20 Pt	13:30	0.70	Toruń
1488-07-09 Śr	4:59	0.26	Toruń
1489-12-22 Wt	(7:05)	(0.29)	Toruń
1491-05-08 Nd	14:14	0.89	Toruń
1493-10-10 Cz	14:16	0.78	Kraków
1494-03-07 Pt	15:22	0.17	Kraków
1497-07-29 So	14:28	0.13	Bolonia
1501-05-17 Pn	2:51	0.02	Frombork
1502-10-01 So	6:47	0.73	Padwa
1513-03-07 Pn	12:53	0.36	Frombork
1514-08-20 Nd	(3:45)	(0.01)	Frombork
1516-12-23 Wt	(14:24)	(0.08)	Olsztyn
*1518-06-08 Wt	5:16	0.85	Olsztyn
1519-10-23 Nd	(15:01)	(0.32)	Olsztyn
1527-05-30 Cz	(2:12)	(0.25)	Frombork
*1530-03-29 Wt	5:40	0.72	Frombork
1533-08-20 Śr	(3:46)	(0.37)	Frombork
1534-01-14 Śr	12:38	0.49	Frombork
*1536-06-18 Nd	13:30	0.87	Frombork
*1539-04-18 Pt	15:37	0.53	Frombork
*1540-04-07 Śr	4:44	0.96	Frombork
*1541-08-21 Nd	12:08	0.41	Frombork
1542-08-11 Pt	(3:29)	(0.65)	Frombork

Tabela 3. Zaćmienia Księżyca

Data	Moment UT maksimum	Maksymalna faza	Miejscowość
1473-11-04 Cz	21:04	0.01	Toruń
1475-03-22 Śr	18:14	1.20	Toruń
1475-09-15 Pt	(4:30)	(0.02)	Toruń
1476-03-10 Nd	18:21	1.12	Toruń
1476-09-03 Wt	22:30	1.28	Toruń



Data	Moment UT maksimum	Maksymalna faza	Miejscowość
1478-01-18 Nd	17:29	0.03	Toruń
1478-07-15 Śr	2:28	0.13	Toruń
1479-07-04 Nd	(2:35)	(1.20)	Toruń
1479-12-28 Wt	23:29	1.21	Toruń
1482-10-26 So	16:41	0.89	Toruń
1483-04-22 Wt	21:48	1.37	Toruń
1483-10-16 Cz	0:32	1.45	Toruń
1485-08-25 Cz	21:58	0.02	Toruń
1486-02-18 So	16:48	1.15	Toruń
1487-02-08 Cz	3:19	1.23	Toruń
1488-01-28 Pn	18:31	0.03	Toruń
1489-12-08 Wt	4:53	1.12	Toruń
1490-06-02 Śr	21:45	1.84	Toruń
1490-11-27 So	5:21	1.25	Toruń
1491-11-16 Śr	5:07	0.03	Kraków
1493-04-02 Wt	1:24	1.10	Kraków
1494-03-22 So	1:33	1.21	Kraków
1496-01-30 So	2:08	0.02	Lidzbark
1497-01-18 Śr	17:49	1.27	Bolonia
1498-01-08 Pn	(6:48)	(0.12)	Bolonia
*1500-11-06 Pt	0:45	0:86	Rzym
1502-10-15 So	23:07	0.27	Padwa
1504-03-01 Pt	0:41	1.10	Lidzbark
1504-08-25 Nd	(17:24)	(0.72)	Lidzbark
1505-08-14 Cz	20:02	1.08	Lidzbark
1506-02-08 Nd	3:10	0.06	Lidzbark
1507-12-19 Nd	(14:20)	(0.50)	Lidzbark
1508-12-07 Cz	(14:17)	(0.81)	Lidzbark
*1509-06-02 So	22:26	0.63	Kraków
*1511-10-06 Pn	22:39	1.05	Frombork
1512-09-25 So	(16:12)	(0.11)	Frombork
1513-09-15 Cz	2:27	0.00	Frombork
1515-01-30 Wt	2:32	1.25	Frombork
1516-01-19 So	16:59	1.23	Frombork
1516-07-13 Nd	22:55	1.04	Frombork
1518-05-24 Pn	22:37	0.75	Olsztyn
1519-11-06 Nd	17:19	1.52	Olsztyn
1520-05-02 Śr	19:11	0.12	Olsztyn
*1522-09-05 Pt	23:47	1.09	Frombork

Data	Moment UT maksimum	Maksymalna faza	Miejscowość
1523-03-01 Nd	19:59	1.33	Frombork
*1523-08-26 Śr	2:54	1.20	Frombork
1525-07-04 Wt	21:40	0.21	Frombork
*1525-12-29 Pt	21:23	1.10	Frombork
1526-12-18 Wt	21:25	1.28	Frombork
1527-12-07 So	21:27	0.07	Frombork
*1530-10-06 Cz	22:46	1.48	Frombork
1531-04-01 So	18:45	0.12	Frombork
1533-08-04 Pn	23:13	1.10	Frombork
1534-01-30 Pt	1:31	1.25	Kraków
*1536-11-27 Pn	17:11	0.83	Frombork
1537-05-24 Cz	19:30	1.75	Frombork
1537-11-17 So	1:53	1.54	Frombork
1538-05-14 Wt	1:55	0.26	Frombork
1538-11-06 Śr	16:19	0.34	Frombork
1540-03-22 Pn	(17:18)	(0.40)	Frombork
1541-03-12 So	4:08	1.40	Frombork
1542-03-01 Śr	20:07	0.15	Frombork

## Objaśnienia do tabel 2 i 3.

W kolumnie „Data” podane są daty dzienne zaćmień (rok, miesiąc, dzień i dzień tygodnia) według kalendarza juliańskiego. Zjawiska obserwowane przez Kopernika oznaczone są znakiem „\*”.

Kolumna „Moment UT maksimum” podaje moment (godzinę i minutę) największej możliwej do zaobserwowania fazy zjawiska, w czasie uniwersalnym (o jedną godzinę wcześniej niż od czasu środkowoeuropejskiego).

W kolumnie „Maksymalna faza” podana jest największa liniowa faza zaćmienia, czyli liczba określająca jaką część średnicy tarczy Słońca (Księżycy) była zaćmiona w kulminacyjnym momencie zjawiska, w miejscu obserwacji podanym w kolumnie „Miejscowość”.

Nawiasy oznaczają, że maksymalna faza zaćmienia, jaką można było zaobserwować w danym miejscu, przypadła na moment wschodu lub zachodu Słońca (Księżycy). W takim przypadku w rubryce „Moment UT maksimum” podany został moment wschodu lub zachodu Słońca (Księżycy), a w rubryce „Maksymalna faza” — odpowiadająca temu momentowi faza zaćmienia.

Przyjęto, że współrzędne miejscowości, dla których obliczano przebieg zaćmień, są następujące:

Miejscowość	Długość geograficzna	Szerokość geograficzna
Bolonia	11° 19' E	44° 31' N
Frombork	19 42 E	54 22 N
Kraków	19 58 E	50 03 N
Lidzbark	20 36 E	54 08 N
Olsztyn	20 30 E	53 47 N
Padwa	11 52 E	45 26 N
Rzym	12 29 E	41 53 N
Toruń	18 36 E	53 01 N

Nie ma żadnych wiadomości o tym, by Kopernik wykonał jakieś obserwacje w swoim rodzinnym mieście Toruniu, przed wyjazdem (jesienią 1491 r.) na studia do Krakowa. Wiadomo jedynie, że zaćmienie Słońca o dużej fazie (prawie 0.9), które zaszło 16 marca 1485 r. było prawdopodobnie obserwowane przez mieszkańców Torunia<sup>12</sup>. Widział to zjawisko zapewne także, wówczas 12-letni, Mikołaj Kopernik. 8 maja 1491 r., jeszcze przed wyjazdem Kopernika na studia, obserwowano inne zaćmienie Słońca<sup>13</sup>, również o dużej fazie, bliskiej 0.9. Na ślad obserwacji w Krakowie ostatniego z wymienionych zaćmień, naprowadza nas notatka odkryta w bibliotece obserwatorium astronomicznego w Uppsali, na marginesie książki z 1498 r., autorstwa Johanna Regiomontana, pt. *Ephemerides sive Almanach perpetuum*<sup>14</sup>.

Ożywienie naukowe w końcu XV wieku spowodowało wzrost znaczenia nauk matematyczno-przyrodniczych, a zwłaszcza astronomii. Uniwersytet w Krakowie był prężnym ośrodkiem naukowym, znanym z wysokiego poziomu w całej Europie. Na Jagiellońskiej Wszechnicy wykładali wtedy m.in. Wojciech z Brudzewa, Bernard z Biskupiego, Marcin Biem z Olkusza. Astronomowie krakowscy wykonywali także obserwacje zaćmień, o czym w dalszej części artykułu.

Przeprowadzanie przyszłych zaćmień Słońca i Księżycy było obowiązkiem profesora prowadzącego katedrę matematyki i astronomii. Prognozy zamieszczane były w wydawanych rokrocznie kalendarzach astronomicznych — tzw. almanachach<sup>15</sup>.

Coraz bardziej odczuwalna była niezgodność wykonanych obliczeń z obserwacjami. Profesor Ludwik Antoni Birkenmajer (1855-1929), znany badacz życia i dzieła Mikołaja Kopernika, tak o tym pisał: „Wisało przecież coś zepsutego, coś mocno podejrzanego w ówczesnej atmosferze astronomicznej. Pomimo uczonych apologii na

12 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik jako uczyony, twórca i obywatel. W 450-tą rocznicę jego urodzin*, Kraków 1923, s. 11.

13 Tamże, s. 27.

14 J. Wasjutyński, *Uwagi o niektórych kopernikanach szwedzkich*, „Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej”, ser. C, zes. 7, 1963, s. 65-66.

15 Dokładne informacje o piętnastowiecznej astronomii krakowskiej zob. M. Markowski, rozdz. IV-VI [w:] *Historia astronomii w Polsce*, t. I, Wrocław 1975, s. 57-126.

rzecz <książęcia astronomów>, tj. Ptolomeusza, pisanych i z katedr wymownie głoszonych, pozostał w trzeźwiejszych umysłach jakiś szczyłek niedowierzania, bo otol i obliczane koniunkcje Księżyca z gwiazdami i planet pomiędzy sobą chybiają i podawany w Almanachach czas równonocy nie chce się z niebem pogodzić, zaćmienia zaś jakby szczydziły z czasów zapowiadanych przez kalendarze, co widzi i komentuje z przekąsem nawet współczesność!...<sup>16</sup>

W czasie krakowskich studiów Kopernika (jesień 1491-jesień 1495) zaszło 5 zaćmień: 2 Słońca i 3 Księżyca. Zaćmienie Księżyca 16 listopada 1491 r. miało małą fazę (ok. 0.03). Kopernik zapewne nie obserwował go. Brak też informacji o obserwacji całkowitego zaćmienia Księżyca 2 kwietnia 1493 r.

10 października 1493 r. obserwowano w Krakowie zaćmienie Słońca<sup>17</sup>. W egzemplarzu *Tablic Alfonsa*, który nabył Kopernik podczas krakowskich studiów, znajduje się, dopisana własnoręcznie przez astronoma, tablica paralaks Księżyca obliczona dla Krakowa. L.A. Birkenmajer stwierdza, że tablica ta „mogła być potrzebną temu tylko, kto wiedząc o mającym nastąpić zaćmieniu i to Słońca, chciał przysposobić się do jego obserwacji, ażeby znalazłszy rachunkiem czasy jego faz, nie chybić pory zjawiska”<sup>18</sup>. Prawdopodobnie był Kopernik w grupie astronomów krakowskich, obserwujących zjawisko z 10 października 1493 r. (o fazie 0.78), jak i kolejne zaćmienie, 7 marca 1494 (o fazie 0.17). Brak jednak dokumentów potwierdzających te przypuszczenia.

Jeśli w nocy 21/22 marca 1494 r. pogoda umożliwiła obserwacje, to zapewne nie zaniedbał ich krakowski scholar Mikołaj Kopernik. Tej właśnie nocy zaszło całkowite zaćmienie Księżyca. Zjawisko to, według L.A. Birkenmajera, było tematem komentarzy ówczesnych teologów, ponieważ rozpoczęło się jeszcze w Wielki Piątek<sup>19</sup>. Tymczasem, jak łatwo sprawdzić, Wielkanoc w r. 1494 była obchodzona nie 23, lecz 30 marca<sup>20</sup>. Wielki Piątek przypadł zatem na 28 marca.

W czasie swych krakowskich studiów, w letnim półroczu 1493 r., słuchał Kopernik wykładów magistra Bernarda z Biskupiego z przedmiotu *Tablicę zaćmień*<sup>21</sup>. W związku z tym, chcąc sprawdzić teorię, zapewne obserwował wymienione wcześniej zaćmienia.

L.A. Birkenmajer podaje, że 14 września 1494 r. w Krakowie obserwowano całkowite zaćmienie Księżyca<sup>22</sup>. Wiąże on to z możliwością zademonstrowania nowych narzędzi astronomicznych, подарowanych Akademii Krakowskiej przez Marcina Bylicę. Informację tę powtarzają za nim Jeremi Wasiułyński<sup>23</sup> i Kazimierz Hartleb<sup>24</sup>.

16 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik jako uczonec*..., s. 20.

17 Tamże, s. 27; J. Wasiułyński, *Kopernik — twórca nowego nieba*, Warszawa 1938, s. 62.

18 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I*..., s. 59.

19 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik jako uczonec*..., s. 27.

20 Datę Wielkanocy 30 marca 1494 r. można obliczyć np. ze wzorów Gaussa. W sposób jawny (w tabelach) podają tę datę np. D. Smoleniec, *Paschalia Chrześcijańska to jest o kalendarzach chrześcijańskich i obrachowaniu Dnia Wielkanocnego*, Warszawa 1860, s. 186-188; W.F. Wislicenus, *Der Kalender in gemeinverständlicher Darstellung*; Leipzig 1914, s. 110-116; F.K. Ginzel, *Håndbuch der mathematischen und technischen Chronologie*, IIIBd., Leipzig 1914, s. 416.

21 L.A. Birkenmajer, *Stromata Copernicana. Studia, poszukiwania i materiały biograficzne*, Kraków 1924, s. 60-78.

22 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik jako uczonec*..., s. 27-28.

23 J. Wasiułyński, *Kopernik*..., s. 68.

24 K. Hartleb, *Mikołaj Kopernik*, Toruń 1946, s. 13 (przeznaczony cytat z pracy L.A. Birkenmajera).

Z przeprowadzonych przeze mnie obliczeń wynika, że w Krakowie widoczny był tylko początek fazy półcieniowej całkowitego zaćmienia Księżyca. Następnie Księżyc zaszedł (o godz. 4.22 UT) i wskutek tego, fazy częściowa i całkowita zaćmienia, nie mogły być obserwowane. Dlatego, biorąc pod uwagę nikłość zjawiska, należy stwierdzić, że na pewno nie zaprzętało ono uwagi astronomów krakowskich, a informacja podana przez L.A. Birkenmajera mijają się z prawdą.

Obliczony przebieg tego zaćmienia dla Krakowa, jest zawarty w tab. 4. Niezgodność daty dziennej wynika stąd, iż L.A. Birkenmajer podaje moment obserwacji sposobem astronomicznym, w czasie liczonego od południa. Dacie astronomicznej 14 września 1494 r., godz. 18.27, odpowiada w systemie zwyczajnym moment 15 września 1494 r., godz. 6.27.

**Tabela 4. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca  
15 września 1494 r. w Krakowie  
Równanie czasu = +8<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	4:45	56°	93°	- 4°
Początek zaćm. całkowitego	5:48	36	105	-13
Maksimum zaćmienia (1.36)	6:28	342	113	-19
Koniec zaćm. całkowitego	7:09	288	122	-24
Koniec zaćm. częściowego	8:12	268	137	-32

#### Objaśnienia do tabel 4-9 i 11-20

Równanie czasu — różnica między czasem słonecznym prawdziwym i średnim. Aby wyrazić momenty faz zjawiska w czasie średnim słonecznym, należy do momentów podanych w tabelach w czasie uniwersalnym UT, dodać poprawkę na długość geograficzną miejsca obserwacji (stosując przelicznik: 1 st dł. geograf. = 4<sup>m</sup>). Przejścia do czasu prawdziwego słonecznego (wskazywanego przez zegar słoneczny) dokonuje się poprzez dodanie do obliczonego podanym sposobem czasu średniego, wartości równania czasu.

W kolumnie „P” podane są wartości kątów pozycyjnych od bieguna. Kąt pozycyjny od bieguna, to kąt o wierzchołku w środku tarczy Słońca (Księżyca), liczony w stronę przeciwną do ruchu wskazówek zegara, pomiędzy kierunkiem na północny biegun świata, a kierunkiem na środek tarczy Księżyca (środek cienia Ziemi).

W kolumnie „Współrzędne horyzontalne Słońca (Księżyca)” podany jest azymut A (liczony od południa na zachód) i wysokość h (ujemna, gdy obiekt jest pod horyzontem) danego ciała niebieskiego, w momencie podanym w kolumnie „UT”.

Pierwszym zaćmieniem, o którym wiadomo, że Kopernik obserwował je na pewno, jest częściowe zaćmienie Księżyca z 6 listopada 1500 r. Fakt ten odnotowany jest w

*De revolutionibus* (ks. 4, r. XIV): „Drugie także zaćmienie obserwowałem bardzo uważnie w Rzymie w tysiąc pięćsetnym roku Chrystusa następnego dnia po piątym listopada w dwie godziny po północy, po której zaczynał świecić dzień szósty listopada. W Krakowie natomiast, który leży o pięć stopni dalej na wschód, były dwie i jedna trzecia godziny po północy, podczas gdy Słońce znajdowało się na 23 stopniach i 16 minutach Skorpiona, a zaciemnionych było znowu od północy dziesięć cali”<sup>25</sup>.

W tekście pojawia się nie używana dzisiaj jednostka — cal, określająca jaką część średnicy tarczy Słońca czy Księżyca jest zaćmiona. W rozdziale XXXI księgi 4 *De revolutionibus* wyjaśnia Kopernik, że 1 cal odpowiada dwunastej części średnicy tarczy Słońca lub Księżyca<sup>26</sup>. Zatem gdy zaćmienie jest całkowite, to zaćmionych jest 12 cali tarczy.

Dokładny moment rzymskiej obserwacji zanotował Kopernik w należącym wcześniej do Hildebranda Ferbera (starszego brata Maurycego Ferbera — biskupa warmińskiego w latach 1523-1537) egzemplarzu *Kalendarium J. Regiomontana* (z r. 1492) - godz. 14.44 czasu liczonego od południa<sup>27</sup>, czyli godz. 2.44 czasu liczonego od północy. Obserwacja została wykonana w Rzymie, gdyż astronom przebywał tam w związku z koniecznością odbycia praktyki z prawa kościelnego oraz by wziąć udział w obchodach jubileuszowego roku chrześcijaństwa 1500, ogłoszonego przez papieża Aleksandra VI<sup>28</sup>.

Obliczony przy użyciu programu „ZSK5” przebieg omawianego zaćmienia, przedstawia tab. 5.

Tabela 5. Przebieg częściowego zaćmienia Księżyca  
5/6 listopada 1500 r. w Rzymie  
Równanie czasu = +15<sup>m</sup>

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	23:08	38°	8°	65°
Maksimum zaćmienia (0.86)	0:45	340	53	56
Koniec zaćm. częściowego	2:22	282	77	41

Kolejna pewna obserwacja zaćmienia Księżyca pochodzi z 2 czerwca 1509 r. i została wykonana prawdopodobnie w Krakowie. Od 9 marca do 16 kwietnia przebywał na sejmie w Piotrkowie biskup warmiński (w latach 1489-1512) Łukasz Watzenrode, zapewne w asyście swojego bratanka — Kopernika<sup>29</sup>. Także w Krakowie, w drugiej

25 M. Kopernik, *De revolutionibus* (Dziela wszystkie, t. II), Warszawa 1976, s. 197.

26 Tamże, s. 220-221.

27 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 517.

28 J. Wasiutyński, *Kopernik...*, s. 123-124.

29 J. Sikorski, dz. cyt., s. 435; M. Biskup, dz. cyt., s. 68.



połowie 1509 r., wydane zostały *Listy* Teofilakta Symokatty w przekładzie Mikołaja Kopernika<sup>30</sup>. Biorąc pod uwagę dwa wymienione fakty, obecność astronoma w Krakowie 2 czerwca, podczas częściowego zaćmienia Księżyca, jest bardzo prawdopodobna. W *De revolutionibus* czytamy (ks. 4, r. XIII): „Drugie zaćmienie uchwyciłem pod tym samym południkiem krakowskim w 1509 roku Chrystusa dnia drugiego czerwca, gdy Słońce znajdowało się na 21 stopniach Bliźniąt, przy czym środek przypadł w 11 godzin równikowych i trzy piąte jednej godziny po południu tego dnia, a zaćmiło się bez mała osiem cali-średnicy Księżyca od strony południowej przy przecięciu wznoszącym się<sup>31</sup>. Stwierdzenie „pod tym samym południkiem krakowskim” nie wyjaśnia tutaj niczego, ponieważ astronom utożsamiał południk krakowski z fromborskim (w rzeczywistości różnica w długości geograficznej wynosi ok. 15’).

W tab. 6 podany jest przebieg omawianego zaćmienia, obliczony przy użyciu komputera.

**Tabela 6.** Przebieg częściowego zaćmienia Księżyca  
2 czerwca 1509 r. w Krakowie  
Równanie czasu = +1<sup>m</sup>

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	21:06	131°	339°	14°
Maksimum zaćmienia (0.63)	22:26	178	357	16
Koniec zaćm. częściowego	23:45	226	15	15

Trzy dalsze dostrzeżenia zaćmień Księżyca odnajdujemy w rozdziale V księgi 4 wiekopomnego dzieła astronoma: „Idąc za tym przykładem, przystąpmy teraz do innej trójki księżycowych zaćmień, które także bardzo uważnie zostały przeze mnie zaobserwowane. Pierwsze wypadło w 1511 roku Chrystusa po upływie sześciu dni miesiąca października, a zaczął się Księżyc zaciemniać — licząc podług godzin równych — na jedną godzinę i jedną ósmą godziny przed północą, odstonił się zaś zupełnie w dwie i jedną trzecią godziny po północy, tak że środek zaćmienia wypadł w pół godziny z dwunastą częścią godziny po północy, której ranek był siódmym dniem października: a zaciemnił się Księżyc cały, podczas gdy Słońce znajdowało się na 22 stopniach i 25 minutach Wagi, według zaś ruchu równego na 24 stopniach i 13 minutach Wagi. Drugie zaćmienie zanotowałem w 1522 roku Chrystusa po upływie pięciu dni w miesiącu wrześniu, i to również zaćmienie całkowite, którego początek przypadł na dwie piąte godziny równej przed północą, a środek jego w jedną i jedną trzecią godziny po północy, po której następował szósty dzień września, czyli ósmy przed Idami. Słońce zaś znajdowało się na 22 i jednej piątej stopnia Panny, a według równomiernego ruchu na 23 stopniach i 59 minutach Panny. W 1523 roku Chrystusa po upływie 25 dni

30 J. Sikorski, dz. cyt., s. 435; M. Biskup, dz. cyt., s. 69.

31 M. Kopernik, dz. cyt., s. 196.

miesiąca sierpnia obserwowałem również trzecie zaćmienie, które rozpoczęło się w trzy godziny bez jednej piątej części godziny po północy, a środkowy okres tego także całkowitego zaćmienia przypadł na cztery i pół godziny bez jednej dwunastej godziny po północy, gdy nadchodził już dwudziesty szósty dzień sierpnia i gdy Słońce znajdowało się na 11 stopniach i 21 minucie Panny, a podług ruchu średniego na 13 stopniach i 2 minutach Panny<sup>32</sup>.

L.A. Birkenmajer przypuszcza, że obserwacja zaćmienia 6 października 1511 r. została wcześniej umówiona, w celu wyznaczenia różnicy długości geograficznej między Fromborkiem a Krakowem, z Marcinem Biemem, przebywającym w stolicy<sup>33</sup>. Dawniejsi biografowie Kopernika przyjmowali, że jego przeprowadzka z Lidzarka do Fromborka nastąpiła w 1512 r.<sup>34</sup>. W świetle nowszych badań, astronom zamieszkał we Fromborku już w końcu 1510 r., w związku z objęciem funkcji kanclerza kapituły warmińskiej<sup>35</sup>. Tak więc należy przyjąć, że zaćmienie z 6 października 1511 r. było obserwowane już we Fromborku. Zjawisko to przeliczył przy użyciu tablic Neugebauera i przeanalizował Michał Kamiński<sup>36</sup>.

Obliczony przeze mnie przebieg tego zaćmienia, podany jest w tab. 7.

Tabela 7. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżycy  
6/7 października 1511 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +14<sup>m</sup>

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżycy	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	21:04	100°	333°	41°
Początek zaćm. całkowitego	22:22	144	359	44
Maksimum zaćmienia (1.05)	22:39	164	4	44
Koniec zaćm. całkowitego	22:55	183	10	44
Koniec zaćm. częściowego	0:13	228	34	40

Naszą wiedzę o obserwacjach zaćmień wykonanych przez Kopernika wzbogaciło odkrycie w 1898 r. w bibliotece obserwatorium astronomicznego w Uppsali książki Johanna Stoefflera *Calendarium Romanum magnum*<sup>37</sup> (z r. 1518), w której znajdują się obliczenia i rysunki dotyczące przeszło 100 zaćmień Słońca i Księżycy z lat 1518-1573, widocznych w Tybindze. W znalezionym egzemplarzu znajdują się notatki

32 Tamże, s. 184-185.

33 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 469.

34 Zob. np. tamże, s. 35 (w przypisie); L. Prowe, *Nicolaus Copernicus*, Bd. I, Th. 1, Berlin 1883, s. 379 oraz Bd. I, Th. 2, Berlin 1883, s. 3.

35 M. Biskup, dz. cyt., s. 71 (w przypisie).

36 M. Kamiński, *Obserwacje Kopernika w świetle astronomii współczesnej*. „Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej”, ser. C, zes. 7, 1963, s. 92-93.

37 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 546-556 (Rozdział XXVI - „Calendarium Romanum Magnum. Dziesięć nieznanych obserwacji Kopernika”).

Kopernika, świadczące o tym, że książka ta niegdyś należała do tego wielkiego astronoma.

Na kartach *Calendarium Romanum magnum* znajdujemy zapiski dotyczące dwóch zaćmień Księżyca wymienionych w cytowanym wyżej fragmencie *De revolutionibus*.

Obok rysunku przedstawiającego maksymalną fazę zaćmienia z 5/6 września 1522 odnotował Kopernik moment maksimum — 13.14. Niżej napisał: „principium 11 1/2, finis 14.58” („początek 11 1/2, koniec 14.58”). Druk podaje ponadto wielkość maksymalnej fazy — 12.5 cali. Zjawisko to obserwował w Krakowie Mikołaj z Szadka<sup>38</sup>. Wrześnieowe zaćmienie omówił w swej pracy M. Kamieński<sup>39</sup>.

Tab. 8 przedstawia przebieg tego zjawiska, obliczony dla Fromborka.

**Tabela 8.** Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca  
5/6 września 1522 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +5<sup>m</sup>

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	22:03	37°	351°	31°
Początek zaćm. całkowitego	23:24	358	14	30
Maksimum zaćmienia (1.09)	23:47	331	20	30
Koniec zaćm. całkowitego	0:11	304	27	28
Koniec zaćm. częściowego	1:31	265	47	22

Obok rysunku całkowitego zaćmienia Księżyca z 26 sierpnia 1523 r., dopisał Kopernik moment maksimum — 16.01 (w czasie liczonym od południa). Ponadto zanotował: „principium 14.14” („początek 14.14”). *Calendarium* informuje, że zaćmionych było prawie 13.5 cali. L.A. Birkenmajer konstatuje, że z notatki „zdaje się wynikać, iż końca zjawiska Kopernik nie obserwował”<sup>40</sup>. Informację tę podaje także M. Kamieński<sup>41</sup>. Otóż jak wynika z tab. 9, prezentującej przebieg zjawiska we Fromborku, Księżyc zaszedł (o godz. 3.59 UT), zanim zakończyło się zaćmienie. Równoczesnej obserwacji krakowskiej nie udało się odnaleźć.

<sup>38</sup> Tamże, s. 474.

<sup>39</sup> M. Kamieński, dz. cyt., s. 99-101.

<sup>40</sup> L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 552.

<sup>41</sup> Dz. cyt., s. 103.

**Tabela 9. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca  
26 sierpnia 1523 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +1<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	1:03	82°	39°	20°
Początek zaćm. całkowitego	2:19	111°	57	12
Maksimum zaćmienia (1.20)	2:54	152	64	8
Koniec zaćm. całkowitego	3:29	193	71	4
Koniec zaćm. częściowego	4:45	222	87	-7

Porównanie z wynikami krakowskich dostrzeżeń omówionych wyżej zaćmień Księżyca, doprowadziło Kopernika do następującego wniosku, zawartego w *De revolutionibus* (ks. 4, r. VII): „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, pod którym też znajduje się w Macedonii Dyrrhachium, zwane w starożytności Epidamnnum”<sup>42</sup>.

Nie znamy dzisiaj obserwacji zaćmień Słońca, które posłużyły Kopernikowi do próby wyznaczenia różnicy długości geograficznej między Fromborkiem a Krakowem. Według L.A. Birkenmajera mogą tu wchodzić w rachubę tylko zjawiska sprzed roku 1530<sup>43</sup>. Z tego okresu pochodzi tylko jedna, i to niepewna, obserwacja zaćmienia Słońca (zob. tab. 2), wykonana 8 czerwca 1518 r. w trudnym do ustalenia miejscu, gdyż notałka Kopernika na ten temat w *Calendarium Romanum magnum* jest nader lakoniczna: „In fine altitud. 32 Crac.”<sup>44</sup> („na koniec [zaćmienia] wysokość [Słońca] 32 [stopnie]”). Dopisek „Crac.” może oznaczać tak Kraków, jak i południk krakowski (zob. wyżej).

Obliczone przy użyciu programu „ZSK5” wysokości Słońca w momentach końca zaćmienia są zebrane w tab. 10.

<sup>42</sup> M. Kopernik, dz. cyt., s. 188.

<sup>43</sup> L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 449-450.

<sup>44</sup> Tamże, s. 551.

**Tabela 10. Wysokości Słońca w momentach końca częściowego zaćmienia Słońca 8 czerwca 1518 r. w wybranych miejscowościach**

Miejscowość	Moment UT końca zaćmienia	Wysokość Słońca
Kraków	6:19	33:5
Frombork	6:27	34.2
Olsztyn	6:26	34.6

Zjawisko to obserwował w Olszuzie Marcin Biem<sup>45</sup>. Czy obserwacja została rzeczywiście wykonana przez Kopernika, orzec dziś nie jesteśmy w stanie. W tab. 2 podany jest Olsztyn, jako domniemane miejsce wykonania ewentualnego dostrzeżenia, gdyż tam było wówczas miejsce stałego pobytu Kopernika, pełniącego w tym czasie funkcję administratora dóbr kapituły warmińskiej. Pobyt astronoma w Olsztynie i okolicach potwierdzają dwa sąsiednie rejestry — z 29 maja oraz z 12 lipca 1518 r.<sup>46</sup>. L.A. Birkenmajer przyjął, że obserwacja ta została wykonana w Krakowie<sup>47</sup> Jerzy Sikorski — we Fromborku<sup>48</sup>, natomiast Marian Biskup pomija to zdarzenie w swej pracy, uważając notatkę Kopernika za zbyt lakoniczną<sup>49</sup>. Stanowisko Birkenmajera przytoczył także Janusz Pągaczewski<sup>50</sup> i J. Wasiutyński w uzupełnieniach do pracy *Kopernik — twórca nowego nieba* napisał: „W tekście niniejszej książki w wielu drobnych kwestiach zająłem stanowisko odmienne od L.A. Birkenmajera, pozostawiając uzasadnienie domyślności czytelnika. [...] Kopernik nie mógł być w Krakowie 7 czerwca r. 1518, bo jeszcze 29 maja (a nie 19 maja) był na Warmii [...]. Wobec tego krakowską obserwację zaćmienia Słońca, które zdarzyło się tego dnia, wpisaną przez Kopernika do *Calendarium* J. Stoefflera, wykonał któryś z jego współpracowników tamtejszych (nie M. Biem, bo ten był w Olszuzie)”<sup>51</sup>.

Przebieg zaćmienia Słońca z roku 1518 w Olsztynie, przedstawia tab. 11.

45 Tamże, s. 471.

46 J. Sikorski, dz. cyt., s. 451-452; M. Biskup, dz. cyt., s. 100.

47 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 318, 551.

48 J. Sikorski, dz. cyt., s. 452.

49 M. Biskup, dz. cyt., s. 12.

50 J. Pągaczewski, dz. cyt., s. 57.

51 J. Wasiutyński, *Kopernik...*, s. 621.

**Tabela 11. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca  
8 czerwca 1518 r. w Olsztynie  
Równanie czasu = 0<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Słońca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	4:11	248°	251°	15°
Maksimum zaćmienia (0.85)	5:16	165	263	24
Koniec zaćm. częściowego	6:26	82	277	35

29 grudnia 1525 r. obserwował Kopernik całkowite zaćmienie Księżyca. W *Calendarium Romanum magnum* odnotował jedynie moment maksimum zaćmienia — godz. 10.24<sup>52</sup>. Miejszem wykonania obserwacji był niezawodnie Frombork, gdzie astronom mieszkał na stałe już od kilku lat. Zaćmienie obserwował w całości w Krakowie Mikołaj z Szadka<sup>53</sup>.

W tab. 12 podany jest przebieg tego zjawiska we Fromborku.

**Tabela 12. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca  
29 grudnia 1525 r. we Fromborku  
Równanie czasu = -8<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	19:37	127°	293°	42°
Początek zaćm. całkowitego	20:58	165	316	52
Maksimum zaćmienia (1.10)	21:23	193	324	54
Koniec zaćm. całkowitego	21:48	222	334	56
Koniec zaćm. częściowego	23:09	260	7	57

Ponad cztery lata później, 29 marca 1530 r., było częściowe zaćmienie Słońca, obserwowane przez Kopernika we Fromborku. Na karcie *Calendarium Romanum magnum* napisał on: „a borea” („od północy”) oraz „obseruata varmie, puncta 8, principium 17.58, finis 19.50, medium 18.54”<sup>54</sup> („obserwowano na Warmii, 8 cali, początek 17.58, koniec 19.50, środek 18.54”). W Krakowie zjawisko zwróciło uwagę

52 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 552.

53 Tamże, s. 475.

54 Tamże, s. 552.



Marcina Biema i Stanisława Lubarta<sup>55</sup>. Myli się Ludwik Zajdler twierdząc, że momenty początku, końca i środka zjawiska podane są przez Kopernika „oczywiście według czasu liczonego od zachodu Słońca w dniu 28 marca (dnia poprzedniego)”<sup>56</sup>. Momenty te wyrażone są w czasie prawdziwym słonecznym fromborskim, liczonym od południa, o czym łatwo się przekonać, czytając notatkę wspomnianego M. Biema; zaćmienie to, obserwowane w Krakowie, miało maksymalną fazę po upływie 12 godzin i 15 minut od zachodu Słońca w dniu poprzednim, co odpowiada godz. 18.56 czasu liczonego od południa. Gdyby było odwrotnie, zjawisko przypadłoby na czas nocy i nie mogłoby być obserwowane w Europie.

Dokładne momenty faz zaćmienia zawiera tab. 13.

**Tabela 13. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca  
29 marca 1530 r. we Fromborku  
Równanie czasu = -2<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Słońca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	4:46	268°	267°	6°
Maksimum zaćmienia (0.72)	5:40	340	278	14
Koniec zaćm. częściowego	6:38	52	290	22

W tym samym roku, w nocy 6/7 października, widoczne było całkowite zaćmienie Księżyca. Kopernik obserwował je także we Fromborku. Obok drzeworytu przedstawiającego zaćmiony Księżyc astronom zapisał: „12.15” (co będzie momentem maksimum zaćmienia, wyrażonym, jak zawsze, w czasie liczonym od południa) i „obseruata Varmie, finis h 14.4”<sup>57</sup> („obserwowano na Warmii, koniec godz. 14.04”).

Obliczony dla Fromborka przebieg omawianego zjawiska, przedstawia tab. 14.

55 Tamże, s. 473-474.

56 L. Zajdler, *Dzieje zegara*, Wyd. III Warszawa 1980, s. 189.

57 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 553.

Tabela 14. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca  
6/7 października 1530 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +14<sup>m</sup>

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	21:01	62°	332°	40°
Początek zaćm. całkowitego	22:01	47	352	43
Maksimum zaćmienia (1.48)	22:46	344	7	43
Koniec zaćm. całkowitego	23:31	280	21	42
Koniec zaćm. częściowego	0:31	266	39	38

Następne zaćmienie, na ślad obserwacji którego naprowadza nas notatka w docho-  
wanym do dzisiaj w Szwecji egzemplarzu *Calendarium Stoefflera*, to całkowite za-  
ćmienie Księżyca z 30 stycznia 1534 r. Kopernik przebywał wtedy najprawdopodobniej  
w Krakowie, bowiem zapisał: „obseruata Cracouiae, coepit ho. 12.47, finis hora 16.15,  
medium hor. 14.31, alti Lune in fine gr. 29<sup>58</sup> („obserwowano w Krakowie, początek  
godz. 12.47, koniec godz. 16.15, środek godz. 14.31, wys. Księżyca na koniec [zaćmie-  
nia] 29 st.”). Biografowie astronoma dość zgodnie wiążą tę obserwację z jego pobytem  
wraz z chorowitym biskupem warmińskim Maurycym Ferberem na synodzie provin-  
cjonalnym w Piotrkowie<sup>59</sup>. O możliwości otrzymania wyników tej obserwacji od  
któregoś z astronomów krakowskich wspominają J. Wasiutyński<sup>60</sup> i M. Biskup<sup>61</sup>.

Obliczony przeze mnie przebieg tego zjawiska w Krakowie, prezentuje tab. 15.

58 Tamże.

59 Tamże; J. Sikorski, dz. cyt., s. 486.

60 J. Wasiutyński, *Kopernik...*, s. 391.

61 M. Biskup, dz. cyt., s. 163 (w przypisie).

**Tabela 15. Przebieg całkowitego zaćmienia Księżyca  
29/30 stycznia 1534 r. w Krakowie  
Równanie czasu = -15<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	23:48	122°	23°	53°
Początek zaćm. całkowitego	0:56	148	46	47
Maksimum zaćmienia (1.25)	1:31	193	56	42
Koniec zaćm. całkowitego	2:07	237	65	38
Koniec zaćm. częściowego	3:14	264	80	27

18 czerwca 1536 r. obserwował Kopernik we Fromborku częściowe zaćmienie Słońca. Zanotował: „quasi 9 a borea” 9, „prawie 9 [cali] od północy”) oraz „duravit ad finem hore tertie”<sup>62</sup> („trwało do końca godziny trzeciej”). Wcześniej biskup chełmiński Jan Dantyszek przysłał Kopernikowi zaproszenie na uroczystość weselną swej krewnej. Astronom w liście do Dantyszka podziękował za zaproszenie i prosił o usprawiedliwienie swej nieobecności z powodu zajęć, jakie we Fromborku porucił mu biskup Ferber<sup>63</sup>. L.A. Birkenmajer i J. Sikorski uważają, że była to tylko wymówka, a rzeczywistą przyczyną odmowy wyjazdu, była chęć obserwowania we Fromborku omawianego zaćmienia<sup>64</sup>.

Tab. 16 opisuje przebieg poszczególnych faz zjawiska we Fromborku.

**Tabela 16. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca  
18 czerwca 1536 r. we Fromborku  
Równanie czasu = -2<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Słońca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	12:02	277°	33°	56°
Maksimum zaćmienia (0.87)	13:30	2	62	46
Koniec zaćm. częściowego	14:51	87	82	35

Ostatnie obserwowane przez Kopernika zaćmienie Księżyca zdarzyło się 27 kwietnia 1536 r. *Calendarium* podaje, że zaćmionych było ponad 10 cali. Astronom dopisał:

62 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 554.

63 J. Wasiutyński, *Kopernik...*, s. 396-397; J. Sikorski, dz. cyt., s. 489; M. Biskup, dz. cyt., s. 168.

64 L.A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Część I...*, s. 489.

„a borea, hor. 6.33” („od północy, godz. 6.33”) i „a vert(ice) 30.1”<sup>65</sup> („od zenitu 30.1”), przy czym część ostatniego wyrazu podana w nawiasie jest w oryginale nieczytelna, a uzupełnienie pochodzi od L.A. Birkenmajera.

Informacje o przebiegu tego zaćmienia we Fromborku, zawiera tab. 17.

**Tabela 17. Przebieg częściowego zaćmienia Księżyca  
27 listopada 1536 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +8<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horizontalne Księżyca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	15:36	45°	246°	9°
Maksimum zaćmienia (0.83)	17:11	348	264	22
Koniec zaćm. częściowego	18:47	292	283	36

Ostatnie trzy zaćmienia obserwowane przez Kopernika, to częściowe zaćmienie Słońca. Pierwsze z nich zaszło 18 kwietnia 1539 r. Astronom zanotował moment końca zjawiska (godz. 5.44) oraz zmierzył długość kulminującego wtedy punktu ekliptyki („in fine medium celi 28 1/2 Cancr”) <sup>66</sup>.

Szczegółowy przebieg tego zaćmienia, przedstawia tab. 18.

**Tabela 18. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca  
18 kwietnia 1539 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +3<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horizontalne Słońca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	14:43	217°	74°	28°
Maksimum zaćmienia (1.20)	15:37	157	86	20
Koniec zaćm. częściowego	16:27	97	96	13

Największe zaćmienie Słońca, jakie Kopernik mógł widzieć w swoim życiu (o fazie 0.96), obserwowane było przez niego wraz z Retykiem 7 kwietnia 1540 r. Notatka wielkiego astronoma w *Calendarium Romanum magnum* jest, jak zwykle, lakoniczna: „finis h. 18.40, varmie” („koniec godz. 18.40, Warmia”) oraz „defecit ab austro”

<sup>65</sup> Tamże, s. 554.

<sup>66</sup> Tamże, s. 554-555.

(„zaćmienie od południa”)<sup>67</sup>. Druk podawał wielkość zaćmionej tarczy jako blisko 12 cali. Kopernik wpisał obok wielkość wyznaczoną z obserwacji - 11 cali.

Wyniki obliczeń przebiegu tego zjawiska, zawiera tab. 19.

**Tabela 19. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca  
7 kwietnia 1540 r. we Fromborku  
Równanie czasu = +1<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Słońca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	3:48	239°	253°	1°
Maksimum zaćmienia (0.96)	4:44	150	265	9
Koniec zaćm. częściowego	5:43	62	277	18

Ostatnie zaćmienie, jakie Kopernik obserwował we Fromborku 21 sierpnia 1541 r. było jednocześnie ostatnim zjawiskiem, o którym wiadomo, że było widziane przez warmińskiego astronoma. *Calendarium* J. Stoefflera donosiło, że wielkość zaćmionej tarczy Słońca wyniesie 3 cale. Kopernik dopisał wartość uzyskaną podczas obserwacji zjawiska - „fere 4 1/2” („prawie 4 1/2”) oraz „a borea”<sup>68</sup> („od północy”). Podobnie jak w przypadku zaćmienia z r. 1539, zmierzył w momencie końca zjawiska (godz. 2.24) długość kulminującego punktu ekliptyki i zanotował: „in fine medium celi XV Librae, hor. 2.24”.

Tab. 20 podaje przebieg zaćmienia we Fromborku.

**Tabela 20. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca  
21 sierpnia 1541 r. we Fromborku  
Równanie czasu = 0<sup>m</sup>**

Faza zaćmienia	UT	P	Współrzędne horyzontalne Słońca	
			A	h
Początek zaćm. częściowego	11:14	344°	11°	44°
Maksimum zaćmienia (0.41)	12:08	36	29	41
Koniec zaćm. częściowego	13:01	89	45	37

Jak Kopernik obserwował zaćmienia? Do obserwacji zaćmień Słońca używał zapewne naczynia z mętną wodą, zakopconego szkła lub ciemnego pomieszczenia, do

<sup>67</sup> Tamże, s. 555.

<sup>68</sup> Tamże.

którego światło Słońca wpadało przez niewielki otwór. Obraz powstawał wtedy na przeciwległej ścianie pomieszczenia. Opisany sposób obserwacji, to tzw. camera obscura. Informację o tej metodzie obserwacji zaćmień podał w 1542 r. Erasm Reinhold jako nowość<sup>69</sup>. Reinhold był przyjacielem Retyka, a więc można się domyślać, że Retyk, podczas pobytu na Warmii w latach 1539-1541, poznał tę metodę u Kopernika, a następnie przekazał swemu wittenberskiemu przyjacielowi. Natomiast zaćmienia Księżyca obserwował Kopernik bez pomocy instrumentów lub przy użyciu dioptry Hipparcha. Urządzenie to, używane do pomiaru rozmiarów kątowych tarcz Księżyca i Słońca, opisane jest w *Almageście* Ptolemeusza. Wspomina też o nim L.A. Birkenmajer<sup>70</sup>.

Interesujące jest zagadnienie kopernikowskiej służby czasu. Podstawą prowadzenia tej służby były, co nie ulega wątpliwości, obserwacje położenia Słońca i gwiazd. Jeszcze w r. 1900 pisał L.A. Birkenmajer: „Nic natomiast nie świadczy, iżby Kopernik posiadał jakiś zegar mechaniczny, pomimo że one w XVI-tym wieku nie należały już do rzadkości; czy zaś katedra frauenburska posiadała podówczas zegar wieżowy, nie wiadomo”<sup>71</sup>.

W 1908 r. ten sam badacz odnalazł w archiwum państwowym w Sztokholmie księgę, zawierającą rachunki przychodów i rozchodów kustodii katedralnej we Fromborku z lat 1493-1563<sup>72</sup>. Wśród wydatków kilkakrotnie występuje zegar („horologium”) - w latach 1515, 1517, 1524 i 1525. Wzmianka o zegarze pojawia się zatem po raz pierwszy w r. 1515, a nie jak twierdzą J. Pagaczewski<sup>73</sup> i L. Zajdler<sup>74</sup> - w r. 1513. Omawiane urządzenie znajdowało się zapewne na jednej z wież katedry we Fromborku i zostało tam umieszczone prawdopodobnie kilka lat wcześniej, gdyż brak wydatków na remont zegara w latach poprzednich. Rachunki za naprawy zegara opublikował w 1963 r. J. Wasiutyński<sup>75</sup>. O innym urządzeniu niż zegar nie może tu być mowy, ponieważ łaciński termin „horologium” odnosi się wyłącznie do przyrządów mierzących czas<sup>76</sup>. Tak czy inaczej, dokładność wyznaczenia czasu, jaką mógł osiągnąć Kopernik nie przekraczała kilku minut.

Mikołaj Kopernik właściwie interpretował obserwowane zaćmienia i rozumiał ich naturę, o czym dobitnie przekonuje nas *De revolutionibus* (ks. 4, r. III): „Zacznę zaś, jak to wyżej czyniłem, od ruchów równych, bez których nie można wyróżnić ruchu nierównego. Tu jednak występuje niemała trudność z powodu wspomnianych paralaks. I dlatego to ani za pomocą astrolabiów, ani jakichkolwiek innych przyrządów położenie Księżyca nie daje się zaobserwować. Lecz łaskawość natury także w tym względzie zaspokoila ludzkie życzenie, ażeby jeszcze dokładniej dawał się on uchwycić za pomocą swoich zaćmień, aniżeli przy użyciu przyrządów, i to bez obawy przed błędem. Albowiem gdy reszta świata jasna jest i pełna dziennego światła, noc, jak wiadomo,

69 Tamże, s. 296-297.

70 Tamże, s. 295-296.

71 Tamże, s. 295.

72 L.A. Birkenmajer, *Stromata Copernicana...*, s. 269-278.

73 J. Pagaczewski, dz. cyt., s. 43.

74 L. Zajdler, dz. cyt., s. 187.

75 J. Wasiutyński, *Uwagi...*, s. 72-73.

76 L. Zajdler, dz. cyt., s. 307.



nie jest niczym innym, jak cieniem Ziemi, który przybiera stożkowaty kształt i kończy się ostrym wierzchołkiem, a Księżyc, wchodząc weń, ciemnieje, i gdy znajdzie się w środku cienia, wiadomo, że niewątpliwie doszedł do miejsca przeciwległego Słońcu. Natomiast zaćmienia słoneczne, które sprawia zasłona Księżyc, nie dają pewnej rękojmi, co do położenia Księżyc. Wówczas bowiem zdarza się, że wprawdzie widzimy koniunkcję Słońca i Księżyc, dla środka jednak Ziemi albo już ona minęła, albo jeszcze nie nastąpiła z powodu wspomnianej paralaksy. I dlatego to samo zaćmienie Słońca nie we wszystkich krajach widzimy jednakowe co do wielkości i czasu trwania ani też podobne w swych fazach. W księżycowych natomiast zaćmieniach nie zachodzi żadna tego rodzaju przeszkoda, lecz wszędzie są one podobne do siebie, ponieważ Ziemia przepuszcza oś owego cienia powodującego zaćmienie przez swój środek od Słońca, i dlatego właśnie zaćmienia księżycowe najlepiej się nadają do wyznaczania w najpewniejszy sposób biegu Księżyc<sup>77</sup>.

Wydawać by się mogło, że Kopernik obserwował niewiele zaćmień — tylko 15 spośród prawie stu, jakie zaszły w ciągu całego jego życia. Jednakże sporo z nich przypadło na okres dzieciństwa. W obserwacji wielu innych przeszkodziła zapewne niesprzyjająca pogoda. Astronom pełnił odpowiedzialne funkcje w kapitule warmińskiej i najbliższym otoczeniu biskupa. Z pewnością wykonywanie obowiązków kolidowało niejednokrotnie z astronomiczną pasją Kopernika. Do wymienionych czynników dołączyć jeszcze można świadomą selekcję, eliminację zjawisk nieciekawych, o małej fazie, bądź też trudnych do obserwacji ze względu na niekorzystne położenie obiektu nad horyzontem. Od czasu kiedy kanonik warmiński wykonał swe obserwacje, minęło pół tysiąclecia. Część dokumentów z tamtych lat uległa zniszczeniu lub zagubieniu. Biorąc pod uwagę wyliczone okoliczności, znana nam dziś liczba 15 obserwacji zjawisk zaćmieniowych, wcale nie jest mała.

Obserwacje zaćmień, jako zjawisk najbardziej spektakularnych, oprócz wielu doraźnych korzyści, dały także Kopernikowi bodziec do zgłębienia i wyjaśnienia prawdziwej budowy świata. Tej idei poświęcił astronom większą część swego życia.