

Zenon E. Roskal

Proteus caelestis XVII-wiecznej astronomii

1. Wstęp

Obserwacje prowadzone przy pomocy pierwszych teleskopów soczewkowych (refraktorów) ujawniły szereg zjawisk i obiektów, które okazały się bardzo trudne do zinterpretowania w świetle tradycyjnych teorii astronomicznych (kosmologicznych). Liczne kontrowersje jakie pojawiły się w związku z próbami teoretycznej recepcji nowych danych empirycznych wprowadziły ferment, który przyczynił się do radykalnej przebudowy nowożytnej astronomii¹.

W szczególności problematyka teleskopowych obserwacji Saturna była szeroko dyskutowana na gruncie historii nauki² (technologii), jednakże zupełnie niezauważana przez historyków filozofii i filozofów nauki. Historyczno-filozoficzne aspekty tej problematyki nie ograniczają się tylko do tego, że krystalizowanie się nowej koncepcji astronomii odbywało się w okresie kryzysu arystotelesowskiej filozofii przyrody (kosmologii). Proces rugowania arystotelesowskiej kosmologii przez kosmologię newtonowską był długi i złożony.

¹ Przemianę tę trafnie scharakteryzował John North. „Niemal w przeciągu jednego ludzkiego życia teleskop całkowicie zmienił charakter astronomii planetarnej. Powstała wtedy nowa formuła publikacji przedstawiających wygląd ciał niebieskich nie w postaci schematycznych wykresów, lecz w postaci rysunków”. J. North, *The Fontana History of Astronomy and Cosmology* (tłum. pol. T. i T. Dworak, *Historia astronomii i kosmologii*, Katowice: „Książnice” 1997, s. 234). Por. także M. Winkler, A. Van Helden, *Representing the Heavens. Galileo and the Visual Astronomy*, „Isis” 83/2 (1992): 195-217.

² Najwięcej prac poświęconych tym zagadnieniom napisał Albert Van Helden. W cyklu publikacji kompleksowo opracował przede wszystkim historyczne aspekty teleskopowych obserwacji Saturna (por. m.in. *Eustachio Divini versus Christiaan Huygens: A Reappraisal*, „Physis” 12 (1970): 36-50; *The Accademia del Cimento and Saturn's Ring*, „Physis” 15 (1973): 237-259; *Saturn and His Anses*, „Journal for the History of Astronomy” 5 (1974): 105-121; *'Annulo Cingitur': The Solution of the problem of Saturn*, „Journal for the History of Astronomy” 5 (1974): 155-174; *A Note About Christiaan Huygens's De Saturni Luna Observatio Nova*, „Janus” 62 (1975): 13-15; *Huygens's Ring, Cassini's Division and Saturn's Children*, Washington: Smithsonian Institution Libraries 2004), ale warto zauważyć także inne (wcześniejsze) wartościowe pozycje (por. m.in. D. Shapley, *Pre-Huygenian observations of Saturn's Rings*, „Isis” 40/1 (1949): 12-17; A. F. Alexander, *The Planet Saturn. A History of observation, theory and discovery*. London: Faber and Faber 1962). Artykuł D. Shapley w dużej mierze opiera się na wynikach pracy M. Beima, *De annulo Saturni*, Lugduni Batavorum 1842, z której pochodzą także ilustracje (ryciny).

ny³. W wyniku tego procesu pojawiła się zasadniczo odmienna wizja świata⁴, ale także została ufundowana nowa nauka – astrofizyka⁵ (protoastrofizyka), która tę nową wizję kształtowała. W odróżnieniu od astrofizyki, którą ukonstytuowało zastosowanie metod analizy spektralnej do badania obiektów astronomicznych protoastrofizykę ukonstytuowały prace na temat układu Saturna, ale także libracji Księżyca⁶, plam na Słońcu, księżyców Jowisza, gwiazd zmiennych i podwójnych oraz spekulacje na temat natury gwiazd nowych⁷. Wszystkie te prace zawierały nową ideę – obcą arystotelesowskiej filozofii przyrody – jedności (jednorodności) tzw. świata sublunarnego i supralunarnego (jedności materialnej świata). Tę nową ideę z pewnością można zaliczyć w poczet największych intelektualnych osiągnięć XVII wieku.

Zazwyczaj w historii danej dziedziny nauki jest tak, że argumentem za zajęciem się pewną problematyką jest przypadająca rocznica wydarzenia z nią związanego. Niewątpliwie taki argument jest zasadny w przypadku odkrycia pierścieni Saturna⁸, gdyż po raz

³ Por. Z. E. Roskal, *Kosmologia arystotelesowska między humanizmem i scholastyką*, [w:] P. Gutowski, P. Gut, *Z dziejów filozoficznej refleksji nad człowiekiem*, Lublin: Wydawnictwo KUL 2007, s. 145-157, gdzie analizowane są niektóre aspekty tego procesu.

⁴ Nie mniej ważnym czynnikiem wpływającym na proces tworzenia nowej wizji kosmosu była nowa koncepcja nauki wyrosła z praktyki badawczej przyrodników, która umożliwiła poznawanie przyrody przy pomocy coraz bardziej stechnicyzowanego doświadczenia.

⁵ Wśród historyków nauki panuje przekonanie, że astrofizykę zapoczątkowało zastosowanie metod spektrograficznych do badania gwiazd. Najczęściej wymienia się w tym kontekście W. Hugginsa (1824-1910) i A. Secchi'ego (1818-1878) jako pionierów nowej nauki (por. m.in. B. J. Becker, *Visionary Memories: William Huggins and the Origins of Astrophysics*, „Journal of the History of Astronomy” 32 (2001): 43-62). Z drugiej strony jednak zauważa się (M. Stanley, *So Simple a Thing as a Star: the Eddington-Jeans debate over astrophysical phenomenology*, „British Journal of the History of Science”, 40/1 (2007): 53), że astrofizyka wyłoniła się jako program badawczy w latach dwudziestych i trzydziestych ubiegłego wieku w związku z olbrzymim postępem zarówno w teoretycznej fizyce jak i astronomii obserwacyjnej.

⁶ Zjawisko to zostało odkryte głównie dzięki obserwacjom teleskopowym Księżyca. Istnieje polska monografia na ten temat (J. Włodarczyk, *Księżyc w nauce XVII wieku: libracja: od astronomii do fizyki*, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego 2005). Nowsze wyniki niektórych aspektów tej problematyki można znaleźć w pracy J. Vertosi, *Picturing the moon: Hevelius's and Riccioli's visual debate*, „Studies in the History and Philosophy of Science” 38/2 (2007): 401-421.

⁷ Obiekty te są znane współcześnie odpowiednio jako tzw. nowa Tychona – gwiazda widoczna w 1572 roku w gwiazdozbiornie Kasjopei (κ Cassiopeiae, silniejszym radioźródłem jest obecnie α Cassiopeia, ale jest to pozostałość po supernowej z roku 1660, która jednak pozostała niezauważona przez ówczesnych astronomów europejskich) i nowa Keplera – widocznej od 1604 r. do 1606 r. jako obiekt –2,5 wielkości gwiazdowej, a zatem jaśniejszy od Jowisza, w gwiazdozbiornie Wężownika (w pobliżu gwiazdy θ Ophiuchi). Gwiazda, którą obserwował Tychon była gwiazdą podwójną. Jeden ze składników eksplodował jako tzw. supernowa typu Ia. Obiekt ten jest ciągle przedmiotem zainteresowania astronomów. Cztery lata temu P. Ruiz-Lapuente zidentyfikował gwiazdę, która towarzyszyła gwiazdzie Tychona przed eksplozją. Por. P. Ruiz-Lapuente et al., *The binary progenitor of Tycho Brahe's 1572 supernova*, „Nature” 431 (2004): 1069-1072. Por. także D. Branch, *Astronomy: Tycho's mystery companion*, „Nature” 431 (2004): 1044-1046.

⁸ Problematyka pierścieni planetarnych, zwłaszcza zaś najokazalszych z nich – pierścieni Saturna zawsze budziła żywe zainteresowania poznawcze. Do najnowszych monografii na ten temat, uwzględniających wyniki badawcze sond kosmicznych, możemy zaliczyć E. D. Miner, R. R. Wessen, J. N. Cuzzi, *Planetary ring*

pierwszy zostały one zaobserwowane, aczkolwiek nie zostały tak nazwane, przez Galileusza w 1610 roku. Zbliża się zatem 400-lecie tego wydarzenia. Najczęściej jednak przyjmuje się, że odkrycie pierścienia (pierścieni) Saturna było dziełem Christiaana Huygensa (1629-1695), który w sposób pełny opublikował swoje odkrycie dopiero w 1659, prawie pół wieku po pierwszych teleskopowych obserwacjach Saturna⁹. W przyszłym roku przypada zatem 350-lecie tego wydarzenia. W przypadku jednak odkryć astronomicznych rocznica wyrażająca się w 'okrągłej' liczbie lat jest jednak czymś zdecydowanie mniej ważnym niż powtórzenie się konfiguracji ciał niebieskich. W bieżącym roku usytuowanie Saturna względem Ziemi jest takie samo jak w chwili jego pierwszych teleskopowych obserwacji dokonanych przez Galileusza i obserwacji Huygensa poprzedzających jego śmiałą hipotezę¹⁰. Zbieżność konfiguracji wzmacnia argument oparty na cykliczności. Nie ogranicza się on tylko do aspektu liczbowego, który jest następstwem stosowania dziesiętnego systemu numeracji. Argument ten odnosi się do cykli natury – periodyczności zjawisk przyrody. Jednakże najważniejszym powodem, dla którego problematyka pierwszych obserwacji teleskopowych Saturna jest warta podjęcia w ramach współczesnych badań jest wzrastające zainteresowanie układem Saturna w związku z sukcesami programu badawczego sondy Cassini-Huygens¹¹. Spektakularne wyniki tej misji kosmicznej domagają się uzupełnienia o historyczno-filozoficzne analizy pokazujące postęp poznawczy osiągnięty na tym polu.

Przedmiotem niniejszych rozważań są kontrowersje na temat XVII-wiecznych teleskopowych obserwacji Saturna. Próby teoretycznych interpretacji teleskopowych obserwacji Saturna w astronomii XVII-wieku wydają się o tyle interesujące, że można je powiązać nie tylko z problematyką postępu poznawczego, ale także z epistemologicznymi kontrowersjami osnutymi wokół źródeł (naukowego) poznania. Odkrycie pierścieni Saturna można bo-

systems, Berlin - Heidelberg - New York: Springer, 2007 (pierścieniom Saturna poświęcony jest rozdział 2, s. 17-33, rozdział 9, s. 105-147 i rozdział 10, s. 147- 200).

⁹ Ch. Huygens, *Systema Saturnium. De causis mirandorum Saturni phaenomenon, et comite ejus planeta nova*, Hagæ-Comitis 1659. Istnieje cyfrowa edycja tego dzieła udostępniona (1999) przez Smithsonian Institution Libraries (<http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/HST/Huygens/huygens.htm>).

¹⁰ W roku 2009 pierścienie Saturna ustawiają się krawędzią (znikną) do linii widzenia ziemskiego obserwatora. Taka konfiguracja pierścieni ułatwia obserwacje księżyców Saturna. Nie jest przypadkiem, że większość księżyców w tym największy z nich – Tytan zostały po raz pierwszy zaobserwowane przy tym ustawieniu pierścieni Saturna. Przy podobnej konfiguracji (1671-1672) zostały odkryte przez Cassiniego księżyce (*Sidera Lodoicea*): Japetus i Rea, a następnie – w 1684 – dwa kolejne: Tetyda i Dione. Por. R. E. Schmidt, *Disappearances of Saturn's Rings, 1600-2100*, „Sky & Telescope” Dec. (1979): 500-502; J. Trainin, *The Best View of Saturn's Rings*, „Mathematical Gazette” 79 (1995): 104-105.

¹¹ Najbardziej kompetentnym opracowaniem większości aspektów tego przedsięwzięcia badawczego jest praca Ch. T. Russell (ed.), *The Cassini-Huygens mission*. v. 1-3, Dordrecht - Boston: Kluwer Academic Publishers 2003-2004.

wiem interpretować w świetle doktryny (epistemologicznego) empiryzmu (aposterioryzmu) jak i aprioryzmu. Spór idzie o to czy pierścienie Saturna zostały dostrzeżone przy pomocy lepszych instrumentów naukowych¹² (teleskopów), czy też koncepcja pierścienia (pierścieni) została odgadnięta przy pomocy rozumowania przez analogię? Inną wersją filozoficznego sporu o odkrycie pierścienia (pierścieni) Saturna są próby interpretacji tego odkrycia w świetle doktryny indukcjonizmu lub hipotetyzmu (antyindukcjonizmu).

Celem niniejszego artykułu jest zinterpretowanie głównych ustaleń uzyskanych na gruncie historii nauki na temat badań Saturna w XVII-wiecznej astronomii w kategoriach sporu prowadzonego na osi indukcjonizm – hipotetyzm. W szczególności zaś przedyskutowanie najnowszych argumentów uchylających (osłabiających) empirystyczną wykładnię odkrycia pierścieni Saturna i kwestionujących powszechnie akceptowaną tezę, zgodnie z którą odkrywcą tzw. „przerwy Cassiniego” a zatem faktycznym odkrywcą złożonego charakteru pierścienia Saturna był D. Cassini¹³ (1625-1712).

Stosownie do wyznaczonych celów artykuł zostanie podzielony na dwie części. W pierwszej – historycznej – zostaną zaprezentowane wyniki badań historyków nauki na temat obserwacji Saturna w XVII-wiecznej astronomii¹⁴. W części drugiej – filozoficznej – zostaną przedstawione i przedyskutowane argumenty wskazujące na Huygensa jako twórcę modelu pierścienia Saturna w świetle koncepcji odkrycia naukowego¹⁵ formułowanej w oparciu o założenia hipotetyzmu. Nowum niniejszej pracy polega na wskazaniu roli G. Campani-

¹² Pojęcie instrumentu naukowego jest późniejsze, pochodzi z XIX w. Wcześniej funkcjonowało pojęcie instrumentu matematycznego (astronomicznego) i (od poł. XVII w.) instrumentu filozoficznego, pojętego jako przyrząd służący do sztucznego wywoływania i obserwowania w kontrolowanych warunkach zjawiska przyrody. Tego typu instrument (np. pompa próżniowa) służył raczej do badania zjawisk przyrody przy pomocy metody eksperymentalnej niż przy pomocy biernej obserwacji. W XIX wieku niektóre tego typu instrumenty (m.in. camera obscura, chronoskop, stroboskop i stereoskop) nazywano filozoficznymi zabawkami, gdyż w równym stopniu dostarczały rozrywki i służyły do badań naukowych. Por. N.J. Wade, *Philosophical instruments and toys: optical devices extending the art of seeing*, „Journal of the History of Neurosciences” 13(4) (2004): 383-4; M. Daumas, *Scientific instruments of the 17th & 18th Centuries and their Makers*, London 1972.

¹³ Por. W. Oberschelp, R. Oberschelp, *Cassini Campani und der Saturnring*, [w:] J. Hamel, I. Keil, *Der Meister und die Fernrohre. Das Wechselspiel zwischen Astronomie und Optik in der Geschichte Festschrift zum 85. Geburtstag von Rolf Riekher*, Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch 2007, s. 146-164, gdzie przedstawione są najnowsze argumenty wskazujące na G. Campaniego jako pierwszego odkrywcę przerwy w pierścieniu Saturna (tzw. przerwy Cassiniego).

¹⁴ Popularne zestawienie tych wyników (dokonane głównie na podstawie prac A. Van Helden), z krótką wzmianką na temat dokonań Laplace’a i Maxwella można znaleźć w książce J. Włodarczyk, *Wędrówki niebieskie, czyli Wszechświat nie tylko dla poetów*, Warszawa: Prószyński i S-ka 1999, s. 144-157.

¹⁵ Istnieje w języku polskim monografia na ten temat (E. Pietruska-Madej, *Odkrycie naukowe. Kontrowersje filozoficzne*, Warszawa: PWN 1990) oraz szereg opracowań z tego zakresu (por. m.in. W. Sady, *Racjonalna rekonstrukcja odkryć naukowych*, Lublin 1990; W. Krajewski, W. Strawiński (red.) *Odkrycie naukowe i inne zagadnienia współczesnej filozofii nauki*, Warszawa: Semper 2003) jednakże kontekst odkrycia pierścienia (pierścieni Saturna) nie znalazł się w żadnej z tych prac.

niego (1635-1715) w procesie konstruowania dynamicznego modelu interpretującego teleskopowe obserwacje Saturna. Przede wszystkim jednak zostaną wskazane argumenty wzmacniające interpretację odkrycia naukowego jako rozciągniętego w czasie, wielowątkowego technologiczno-teoretycznego przedsięwzięcia, w którym biorą udział nie tylko uczeni, ale także technicy¹⁶. Pominięte jednakże zostaną dyskusje koncentrujące się *expressis verbis* na racjonalnych rekonstrukcjach odkrycia naukowego, aczkolwiek poprzez ukazanie odkrycia naukowego jako procesu, a nie incydentalnego wydarzenia niniejsze rozważania mogą aspirować do roli przyczynku w tym sporze. Tezy te mogą być przedmiotem dyskusji w późniejszych, bardziej szczegółowych opracowaniach tego zagadnienia. W niniejszym artykule problem zostanie jedynie wstępnie zarysowany a przedstawiona argumentacja będzie miała jedynie preliminarystyczny charakter.

2. Systema Saturnium w XVII-wiecznej astronomii

Od kiedy Galileusz w swoim teleskopie najwyższą planetę ujrzał potrójną¹⁷ Saturn stał się przedmiotem systematycznych obserwacji i licznych komentarzy najwybitniejszych

¹⁶ Współczesne badania interferometryczne pokazały, że XVII-wieczni konstruktorzy teleskopów udoskonalili nie tylko metody szlifowania soczewek (szczególnie tych o małej krzywiznie i odpowiednio dużej ogniskowej), co skutkowało lepszymi obrazami, ale także dysponowali szkłem (Divini eksperymentował z kryształem górskim) o lepszych parametrach technicznych (optycznych). Por. M. Miniati, A. Van Helden, V. Greco, G. Molesini, *Seventeenth-century Telescope Optics of Torricelli, Divini, and Campani*, „Applied Optics”, 41/4 (2002): 644-647.

¹⁷ Cztery miesiące po opublikowaniu *Gwiazdznego zwiastuna (Sidereus Nuncius)* - w lipcu 1610 r. - Galileusz po raz pierwszy zaobserwował nietypowy kształt Saturna przy pomocy teleskopu swojej konstrukcji dającego 20-krotne powiększenie. Obserwowany kształt zinterpretował jako „uszka” lub dwa duże księżycy umieszczone symetrycznie po obu stronach planety. W liście do Belesario Vinty (1542-1613), sekretarza wielkiego księcia Toskanii, pisał, że Saturn nie jest gwiazdą pojedynczą, lecz składa się z trzech, które niemal się dotykają. Później informację tę uzupełnił, stwierdzając że znajdują się one w jednej linii, równoległej do płaszczyzny ekliptyki, aczkolwiek obiekt zachodni jest lekko zorientowany w kierunku bieguna niebieskiego. Obiekt znajdujący się w środku był zdaniem Galileusza trzy razy większy niż obiekty zewnętrzne (Keplerowi obraz Saturna z jego trabantami kojarzył się z panem, któremu towarzyszy dwóch służących). Galileusz zinterpretował dane obserwacyjne dotyczące Saturna przez analogię do Jowisza. Jednakże satelity (trabanty) Saturna miały się różnić od księżyców Jowisza (gwiazd Medycejskich). Galileusz swoje odkrycie starał się zastrzec w postaci anagramu: *smaismrmilmepoetaeumibunenugttauiras*. Po jego rozszyfrowaniu przez Galileusza (*Altissimum planetam tergeminum observavi*) problem faktycznie nie został jednak rozwiązany, gdyż obserwacje dokonywane przy pomocy teleskopów dających mniejsze powiększenie dowodziły, że Saturn miał kształt owalny. Kolejne obserwacje przeprowadzone przez Galileusza w 1612 doprowadziły go do wniosku, że Saturn jest pojedynczym obiektem o sferycznej symetrii. Ukształtowana na greckiej mitologii kultura umysłowa Galileusza dostarczyła mu żartobliwego wyjaśnienia: Saturn pożarł swoje dzieci. W podobnym duchu wypowiadał się Gassendi nazywając Saturna niebieskim Proteuszem, zaś Giovanni Battista Odierna - nadworny astronom księcia Palermo - zawarł to określenie Saturna w tytule swojego dzieła (G. B. Odierna, *Protei caelestis vertigines seu Saturni systema*, Palermo 1657). Por. A. Van Helden, *Saturn and His Anses*, „Journal for the History of Astronomy” 5 (1974): 105-107; M. Pavone, *Introduzione al pensiero di Giovanni Battista Hodierna - Filosofo Matematico e Astronomo dei primi Gattopardi, a cura dell'Amministrazione Comunale di Ragusa*, Modica: Setim Editrice 1981.

przedstawiciele astronomii XVII wieku¹⁸. Obserwacje Saturna prowadzili m.in. Christopher Clavius (1538-1612), Pierre Gassendi (1592-1655), Christopher Scheiner (1573-1650), Francesco Fontana (1580-1656), Jan Kepler (1571-1630), Ismael Boulliau (1605-1694), Giambattista Riccioli (1598-1671), Antonius Maria Schyrllaes de Rheita (1597-1660), Gilles Persone de Roberval (1602-1675), Giovanni Battista Odierna (1597-1660), Christophera Wren (1631-1723), Johannes Phocylides Holwarda (1618-1651), Eustachio Divini (1610-1685), Jan Heweliusz (1611-1687), Honore Fabri (1607-1688), przede wszystkim zaś Christiaan Huygens (1629-1695), Giuseppe Campani (1635-1715) i Jean Dominique Cassini (1625-1712). Wyniki tych obserwacji nie były jednak jednoznaczne, co wiązało się m.in. z licznymi artefaktami, które – aczkolwiek wcześniej rozpoznane – nie mogły jednak być usunięte w ramach technologii dostępnych konstruktorom XVII-wiecznych teleskopów¹⁹.

Problem kształtu Saturna nie ograniczał się jednak tylko do zagadnienia oddzielania artefaktów od rzeczywistości. Okazało się, że istotną rolę w rozwiązaniu tego problemu odegrała cykliczność teleskopowo dostępnych fenomenów Saturna. Bardzo szybko skonstatowano, że wygląd Saturna zmienia się z upływem czasu, ale okresowość tych zmian mogła zostać dostrzeżona dopiero wówczas, gdy cykl zmian został zamknięty. Dlatego potrzeba było pół wieku²⁰, które minęły od pierwszych teleskopowych obserwacji najwyższej planety do *Systema Saturnium*, w którym główne trudności interpretacyjne zauważone przez Galileusza zostały usunięte przez Christiaana Huygensa. Już jednak pierwsze próby wyjaśnienia zmieniającego się kształtu Saturna wymagały zinterpretowania danych obserwacyjnych dostarczanych przez teleskopy zgodnie z modelem uwzględniającym parametr czasu. Galileusz – najbardziej zaawansowany w obserwacjach Saturna – wahał się pomiędzy modelem, w którym Saturn jest sferycznym ciałem, któremu towarzyszą dwa Księżyce, a modelem, w którym Saturn jest obiektem złożonym z trzech części. Odrzucił jednak te koncepcje w wyniku przeprowadzonych w 1616 roku obserwacji, z których wyłaniał się obraz Saturna jako

¹⁸ Proces profesjonalizacji tej dziedziny nie był na tyle posunięty by w wykorzystaniu nowych narzędzi (teleskop) nie mogli mieć swojego udziału także ludzie nie mający specjalistycznego wykształcenia matematycznego (astronomicznego). Wśród tego typu obserwatorów znajdowali się także konstruktorzy nowych instrumentów astronomicznych (teleskopów).

¹⁹ Główne artefakty pochodziły przede wszystkim od aberracji sferycznej i chromatycznej, ale także dystorsji. Na tym etapie rozwoju optyki nie zawsze jednak udawało się interpretować artefakty jako wady układu optycznego.

²⁰ Cykl zmian fenomenów Saturna jest powiązany z jego okresem obrotu wokół Słońca, który wynosi 29,457 lat.

centralnego, sferycznego obiekt z uchami²¹ (ramionami). Zainteresowanie Saturnem wzrosło w 1642 roku kiedy znowu – podobnie jak Galileusz w 1613 r. – zaobserwowano Saturna jako pojedynczy sferyczny obiekt²². Od tego czasu coraz częściej Saturn był przedstawiony na ilustracjach w różnego typu publikacjach z zakresu astronomii. W tym okresie problem zmieniającego się w teleskopowych obserwacjach Saturna dojrzał na tyle by stanowić wyzwanie dla najwybitniejszych przedstawicieli XVII-wiecznej astronomii.

Antonius Maria Schyrllaenus de Rheita wysunął koncepcję, zgodnie z którą zjawisko Saturna tworzą ciało centralne oraz krążące dookoła Saturna, ale nie wirujące wokół własnych osi dwa boczne składniki, które mają jasne i ciemne półsfery. Do tej koncepcji nawiązał później główny przeciwnik modelu pierścienia francuski jezuita Honore Fabrie, który zamiast dwóch wprowadził sześć satelitów różnej wielkości, z których dwa miały w ogóle nie odbijać światła. Z kolei G. B. Riccioli wysunął model cienkiego, eliptycznego dysku obracającego się w płaszczyźnie równika Saturna lub oscylującego wokół jego osi obrotu i dotykającego ciała centralnego w dwóch punktach (*armilla cingitur tenui, plana, Elliptica, diobus locis coherente; sive paralela Aequatori; sive in se circumvolubili, aut libritili versus Mundi Polos*). Interesujący model Saturna opracował Gilles Persone de Roberval, który twierdził, że ze sfery równikowej Saturna wydobywają się opary, które przyjmując różne

²¹ Sporządzone przez Galileusza rysunki Saturna z tego okresu są tak sugestywne, że A. Favro wysunął tezę, zgodnie z którą to właśnie Galileusz rozwiązał zagadkę wyglądu (pierścieni) Saturna. Por. A. Van Helden, *Saturn and His Anses*, „Journal for the History of Astronomy” 5 (1974): 110, gdzie można znaleźć reprodukcję odpowiedniego rysunku Galileusza zamieszczonego w krytycznej edycji jego dzieł (A. Favro (ed.) *Le opere di Galileo Galilei*, Florence 1890-1909, v. 12, s. 276). W druku Saturn z uchami został zamieszczony przez Galileusza w wydanej w 1623 r. *Wadze probierczej (Il Saggiatore, nel quale con bilancia squisita e giusta si ponderano le cose contenute nella Libbra)*. Van Helden zauważa, że przed 1640 r. bardzo rzadko były publikowane teleskopowe obrazy Saturna. Oprócz Galileusza w tym czasie systematycznie obserwował Saturna P. Gassendi, który zinterpretował obserwowany kształt jako kokon jedwabnika. Zaobserwowane przez astronomów w pierwszej połowie XVII wieku kształty Saturna usystematyzował G. Riccioli w *Nowym Almageście (Almagestum novum)*. W tym czasie nastąpiły zmiany w sposobie traktowania anomalii. O ile wcześniej przyjmowano, że Saturn składa się z trzech części a obserwowane ucha są anomalią, to w połowie XVII wieku za anomalne uznawano trzy składniki. Usunięcie tej anomalii prowadziło bezpośrednio do modelu pierścienia lub alternatywnych do niego koncepcji. Ważną zmianą w interpretacji fenomenu Saturna było też uznanie jego cyklicznych form za ciągłą projekcję dającą się wytłumaczyć w ramach jednego modelu. Symptodem nowej postawy było opracowanie przez Heweliusza tablic faz Saturna na lata 1656-1701.

²² Obserwację tę rozpropagował P. Gassendi, który zajmował się obserwacjami Saturna od 1612 r. Wcześniej obserwacjami teleskopowymi zajmował się Nicolas Claude Fabri de Peiresc (1580-1637). W 1610 roku patron Peiresca – Guillaume du Vair (1556-1621) zakupił teleskop przy pomocy którego Peiresc i Joseph Gaultier jako pierwsi we Francji mogli obserwować księżyc Jowisza i mgławicę w Orionie. W latach 1610-1612, korzystając z pomocy asystenta Jeana Lombarda, Peiresc używał tych obserwacji w kartografii usiłując wyznaczyć długości geograficzne miejscowości, do których podróżowali. Gassendi przeprowadził dyskusję kilkudziesięciu własnych obserwacji w dziele pt. *Animadversiones in decium librum Diogenis Laërtii, qui est de vita, moribus placitisque Epicuri*, które ukazało się w Ljonie 1649 roku. Por. S. L. Chapin, *The Astronomical Activities of Nicolas Claude Fabri de Peiresc*, „Isis” 48/1 (1957) 13-29; L. Sarasohn, *Nicolas-Claude Fabri de Peiresc and the Patronage of the New Science in the 17th Century*, „Isis” 84 (1993): 70-90.

sferami niebieskimi. Interesujące okazało się rozstrzygnięcie tego delikatnego sporu przez Akademię del Cimento²⁵ oraz księcia Leopolda di Medici²⁶ (1617-1675), któremu zadedykowali swoje dzieła zarówno Huygens jak i Divini. W celu rozstrzygnięcia sporu zbudowano model Saturna zgodny z koncepcją pierścienia oraz z koncepcją jasnych i ciemnych satelitów. Model był obserwowany przez astronomów i laików bezpośrednio i przy pomocy naziemnych lunet. Test ten wykazał wyższość koncepcji Huygensa²⁷.

3. Indukcjonizm versus hipotetyzm w interpretacji odkrycia pierścieni Saturna

Indukcjonistyczną wersję odkrycia pierścieni Saturna przedstawiła m.in. Agnes Mary Clerke²⁸ (1842–1907) w swojej *Popularnej historii astronomii XIX wieku*²⁹. Interpretacja ta

²⁵ Należy zauważyć, że Accademia del Cimento, której Książę Leopold patronował miała program badawczy zdecydowanie różniący się od innych włoskich akademii naukowych tego czasu. Accademia del Cimento w pewnym stopniu torowała drogę takim instytucjom naukowym jak Royal Society czy Accademia fisica-matematica założona przez królową Szwecji Krystynę. Wyniki prac były publikowane w serii wydawniczej pt. *Saggi di naturali esperienze*. Analiza tych prac wykazuje jednak, że członkowie Akademii nie interesowali się prowadzeniem obserwacji astronomicznych. Jedyna praca z tego zakresu dotyczy właśnie polemiki pomiędzy Huygensem a Divinim o interpretację zjawiska Saturna. Z drugiej jednak strony nieopublikowane materiały z zakresu prac Akademii (listy i pamiętniki) świadczą mogą o zupełnie innej charakterystyce profilu zainteresowań jej członków. Kluczem do tego paradoksu wydają się być orzeczenia Sacrum Officium w sprawie Galileusza. Por. M. Beretta, *At the Source of Western Science: The Organization of Experimentalism at the Accademia del Cimento (1657-1667)*, „Notes and Records of the Royal Society of London” 54/2 (2000): 131-151; L. Boschiero, *Experiment and Natural Philosophy in Seventeenth-Century Tuscany. The History of the Accademia del Cimento*, Dordrecht: Springer, 2007; tenże, *The Saturn problem: Natural Philosophical Reputations and Commitments on the Line in 1660 Tuscany* [w:] P. Anstey and J. Schuster (eds), *The Science of Nature in the Seventeenth Century: Patterns of Change in Early Modern Natural Philosophy*, Kluwer - Dordrecht: Springer 2005, s. 185-213.

²⁶ Książę Leopold nie tylko był patronem założonej w 1657 roku Akademii Eksperymentów (Accademia del Cimento) z jej słynnym mottem: *provando e riprovando*, ale także rekonstruowanej (1638) Akademii Platońskiej (Accademia Platonica). Był znany z tego, że promował obserwacje natury przy pomocy metody Galileusza, co wynikało – o czym się często zapomina – z Galileuszowego zauroczenia techniką i nowymi technologiami. Zgodnie z duchem epoki (bardzo trafnie wyrażonym w pracach Gabriela Naudé /1600-1653/) rozwijał się jako kolekcjoner rzadkich książek (także heretyckich) i cennych dzieł sztuki, ale również rozwijał sztukę epistolograficzną korespondując z czołowymi uczonymi ówczesnej Europy.

²⁷ Na tym tle zrozumiałe jest podjęcie tak złożonego przedsięwzięcia eksperymentalnego, które musiało spełniać standardy procedury w pełni obiektywnej w związku z kontekstem wojen religijnych (Huygens był protestantem, a Divini i Fabri katolikami). Niektóre szczegóły tego eksperymentu podaje A. Van Helden (*Huygens's Ring, Cassini's Division and Saturn's Children*, Washington: Smithsonian Institution Libraries 2004, s. 28-32). Por także M. L. Righini Bonelli, A. van Helden, *Divini and Campani: a forgotten chapter in the history of the Accademia del Cimento*, Firenze: Giunti Barbera 1981, gdzie obok (drugie) części dokumentacyjnej, w pierwszej części (s. 1-43) podane są szczegóły rywalizacji pomiędzy Divinim i Campanim o miano najwybitniejszego XVII-wiecznego konstruktora teleskopów, ale przede wszystkim omówione są nie opublikowane prace - prowadzone w ramach działalności Accademia del Cimento - nad standaryzacją testów obrazów uzyskiwanych z pomocą teleskopów.

²⁸ Autorka ta nie miała specjalistycznego wykształcenia w zakresie astronomii, ale dzięki olbrzymiemu zaangażowaniu w podjęte przedsięwzięcie badawcze i będących tego owocem publikacji udało się jej uzyskać duży wpływ w szerokich kręgach wiktoriańskiej Anglii. W owym czasie była główną interpretatorką osiągnięć

została zakwestionowana pod wpływem paradygmatycznej koncepcji rozwoju nauki przedstawionej przez T. S. Kuhna, aczkolwiek sam autor *Rewolucji naukowej* bezpośrednio kwestii tej nie podjął. Z bezpośrednią krytyką indukcyjnej interpretacji odkrycia pierścieni Saturna spotykamy się natomiast u A. Pannekoeka i A. Van Helden.

Pannekoek w swojej *Historii astronomii*³⁰ jednoznacznie stwierdził, że odkrycie pierścieni Saturna nie odbyło się przy pomocy lepszych teleskopów (indukcjonizm), ale było rezultatem myślenia dedukcyjnego (hipotetyzm). Przede wszystkim zauważa się (A. Van Helden), że XVII-wieczne obserwacje teleskopowe Saturna niewiele różniły się pod względem jakości³¹. Postęp technologiczny zdaniem tych autorów nie był decydujący dla interpretacji tych obserwacji przy pomocy modelu ciała centralnego i dysku. A. Van Helden twierdzi nawet, że współczesny odbiorca wyćwiczony w takiej interpretacji bez trudu dostrzeże w obrazach Saturna dostarczonych już przez Galileusza, ale także G. B. Odiernę, który dysponował teleskopem porównywalnym z teleskopem Galileusza (20-krotne powiększenie) pierścieni otaczający Saturna. Jednakże – jak zauważa Van Helden – ci znamienici skądinąd obserwatorzy takiej interpretacji nie wysunęli.

Z drugiej strony Van Helden powołując się na badania porównawcze A. A. Nijlanda prowadzone w Utrechcie pod koniec XIX wieku³² stwierdza niekwestionowaną wyższość instrumentów Campaniego. Nijland porównując teleskopy Huygensa i Campaniego udowodnił większą doskonałość instrumentu Campaniego. Według tych badań układ optyczny zastosowany w teleskopie konstrukcji Campaniego był lepszy, gdyż teoretyczna zdolność rozdzielcza obliczona dla tego teleskopu była bliższa faktycznie uzyskanej (odpowiednio: 2,8" i 3,7") niż w przypadku teleskopu Huygensa (odpowiednio: 2,3" i 3,8"). W opinii Nijlanda obiektywy Campaniego były tak doskonałe, że w czasie kiedy badanie było prowadzone (1898) nie można było uzyskać lepszej jakości nieachromatycznego układu optycz-

XIX wiecznej astrofizyki. Istnieje znakomita monografia (M. Brück, *Agnes Mary Clerke and the Rise of Astrophysics*, Cambridge: Cambridge University Press 2002) przedstawiająca jej wkład w historię astrofizyki. Por. także B. Lightman, *Constructing Victorian heavens: Agnes Clerke and the "new astronomy"*, [w:] B. T. Gates, A. B. Shteir (eds.), *Natural eloquence: women reinscribe science*, Madison: University of Wisconsin Press 1997, s. 61-75.

²⁹ A. M. Clerke, *A popular history of astronomy during nineteenth century*, Edinburgh 1885, s. 111.

³⁰ A. Pannekoek, *De Groei van ons Wereldbeeld* (tłum. ang. *History of Astronomy*, London 1961, s. 255).

³¹ A. Van Helden, *Eustachio Divini versus Christiaan Huygens: A Reappraisal*, „Physis” 12 (1970): 36-50.; A. Van Helden, *The Accademia del Cimento and Saturn's Ring*, „Physis” 15 (1973): 237-259.

³² A. Van Helden, *The Telescope in the Seventeenth Century*, „Isis” 65/1 (1974): 46. Por. także artykuł H. J. Klein, *Eine Pruefung alter Fernrohrojektive von Huygens and Campani*, „Sirius” 32 (1899): 278, z którego dane na temat zdolności rozdzielczej teleskopów Huygensa i Campaniego pochodzą.

nego o krzywiźnie sferycznej. Jeszcze większe różnice były pomiędzy teleskopami Galileusza i Campaniego. Teleskop używany przez Galileusza, zachowany w Muzeum Historii Nauki we Florencji, był z kolei testowany w 1924 roku przez Ronchiniego i Abettiniego. Teleskop ten przy aperturze 38 mm w najlepszym razie dysponował zdolnością rozdzielczą 10 sekund kątowych. Był zatem ok. 3 razy gorszy od teleskopu jakim dysponował Campani w 1660. Z reguły nowsze teleskopy dysponowały większym kątem widzenia przy tym samym, a czasami nawet większym, powiększeniu. Przykładowo teleskop wykonany przez Huygensa w 1656 miał pole widzenia 17 minut kątowych przy powiększeni 100 krotnym, podczas gdy najlepszy teleskop jakim dysponował Galileusz przy podobnym powiększeniu miał pole widzenia poniżej 5 minut kątowych.

Postęp jaki miał miejsce w ciągu półwiecza (1610-1660) polegał głównie na udoskonaleniach w zakresie technik szlifowania soczewek, ale także na coraz lepszym, bardziej precyzyjnym montażu i wprowadzaniu układów wielosoczewkowych³³. Tym samym z jednej strony teleskop wywierał coraz większy wpływ na naukę (astronomię) stając się ważnym instrumentem w debacie pomiędzy zwolennikami starej astronomii i kosmologii a prekursorami nowych idei. Z drugiej jednak strony rozwijająca się powoli w XVII wieku optyka nie miała porównywalnego wpływu na udoskonalenia tego instrumentu³⁴. Postęp był uwarunkowany, niezależnymi od teoretycznych rozwiązań, udoskonaleniami w zakresie obróbki materiałów pochodzącymi z praktyki mistrzów złotnictwa oraz rozwojem coraz bardziej złożonych mechanicznych konstrukcji inspirowanych praktycznymi rozwiązaniami z zakresu technik zegarmistrzostwa.

Giovanni Domenico Cassini opisał swoje obserwacje Saturna wykonane w 1675 roku przy pomocy teleskopu o ogniskowej długości 34 stóp konstrukcji B. Campaniego³⁵. Ob-

³³ Eustachio Divini skonstruował teleskop, którego okular składał się z dziewiętnastu wklęsłych soczewek. Por. P. Allen, *Problem Connected with the development of the Telescope (1609-1687)*, „Isis” 34/4 (1943): 303.

³⁴ Teza, zgodnie z którą udoskonalenia XVII-wiecznych teleskopów były głównie zasługą zręczności ówczesnych rzemieślników a nie wynikiem intelektualnej dociekliwości astronomów jest szczegółowo eksplikowana w artykule A. Chapman, *The design and accuracy of some observatory instruments of the seventeenth century*, „Annals of Science”, 40/5 (1983): 457-471. O niezależności udoskonalen technicznych w zakresie tzw. *teleskopów powietrznych* od postępów XVII-wiecznej astronomii i optyki pisze także S. A. Bedini (*The Aerial Telescope*, „Technology and Culture” 8/3 (1967): 395-401).

³⁵ *Nouvelles découvertes sur les mouvements des satellites de Saturne* „Mémoires de L'Académie Royale des Sciences” (1714): 364-368. Dopiero jednak obserwacje Hershella (1791), zgodnie z którymi tzw. przerwa Cassiniego jest takiej samej szerokości w północnych obszarach pierścienia jak i w południowych wykazały, że pierścień składa się z dwóch oddzielnych części (pierścieni A i pierścieni B). Por. m.in. A. F. O. Alexander, *The Planet Saturn. A History of Observations, Theory and Discovery*, London: Faber & Faber 1962.

serwacje te potwierdzały wcześniejsze przypuszczenia Diviniego oraz obserwacje Campaniego, według których pierścień składa się z jaśniejszej wewnętrznej części i ciemniejszej – zewnętrznej. Cassini powoływał się w swojej publikacji jednakże tylko na wcześniejsze obserwacje Heweliusza i twierdził, że jego odkrycie było możliwe dzięki temu, że instrument, którym dysponował był zdecydowanie lepszy od instrumentu Heweliusza. Prezentowana w niniejszym tekście interpretacja odkrycia pierścieni Saturna prowadzi jednak do wniosku, że faktycznym odkrywcą (zgodnie z indukcyjną wykładnią odkrycia naukowego) pierścieni Saturna nie był Huygens ani Cassini, ale G. Campani, który pierwszy dysponował teleskopem dającym zdecydowanie lepsze obrazy niż teleskopy Huygensa i jego adherentów.

Za taką tezę przemawia szereg argumentów. Najważniejszym argumentem jest niekwestionowana wyższość teleskopów Campaniego nie tylko nad teleskopami Huygensa, ale także nad wszystkimi tego typu instrumentami dostępnymi astronomom w drugiej połowie XVII wieku. Campani nie tylko wygrał rywalizację z E. Divinim o miano najlepszego konstruktora teleskopów w ówczesnej Europie, ale także miał ambicje uzyskania miana najbardziej wprawnego obserwatora. Ambicje te znalazły potwierdzenie w jego publikacjach (*Ragguaglio di due nuovi osservazioni, una celeste in ordine alla stella di Saturno, e terrestre l'altra in ordine agl' instrumenti*, Rome 1664; *Lettere di G. C. al sig. Giovanni Domenico Cassini intorno alle ombre delle stelle Medicee nel volto di Giove, ed altri nuovi fenomeni celesti scoperti co' suoi occhiali*, Rome 1666). W pracach tych znalazły się nie tylko opisy konstrukcji jego teleskopów, ale także wyniki obserwacji uzyskanych przy ich pomocy³⁶.

Campani zyskał rozgłos jako konstruktor najbardziej doskonałych układów optycznych, przede wszystkim złożonych (wielosoczewkowych) obiektywów teleskopowych, ale także jako zręczny szlifierz długoogniskowych soczewek, a nawet konstruktor maszyny do szlifowania soczewek, która mogła szlifować i polerować soczewki z innych materiałów niż szkło, np. z kryształu górskiego. Jego instrumenty optyczne (nie tylko teleskopy, ale także mikroskopy) miały większą jasność (przy tej samej długości ogniskowej) i mniejszą aberrację.

³⁶ Na uwagę zasługuje brak uniwersyteckiego wykształcenia Campaniego. Jak zauważają jego biografowie uczył się on podstaw zegarmistrzostwa w Rzymie u swego brata oraz studiował zagadnienia optyki w Kolegium Rzymskim. Poświadczona jest także jego bliższa znajomość z jezuitą Daniello Bartollim (1608-1685), który był nie tylko autorem poczytnych dzieł historyczno-literackich, ale także (w latach 1670-1673) rektorem Collegio Romano.

cję chromatyczną niż instrumenty produkowane przez jego konkurentów. Techniczne osiągnięcia Campaniego pozwoliły mu na zdobycie licznych sponsorów, do których zaliczali się nie tylko Książę Toskanii Ferdynand II oraz jego brat Książę Leopold, ale także Landgraf Heski, królowie Polski, Hiszpanii i Francji³⁷.

Dobrze udokumentowana wyższość instrumentów Campaniego szła zapewne w parze z jego wybitnymi zdolnościami manualnymi i konceptualnymi, ale także daleko posuniętymi umiejętnościami empirycznymi rozróżniania drobnych szczegółów w obserwowanych obrazach. Poza tym Campani nie był też związany z żadną z teorii astronomicznych, które wprowadzałyby elementy aprioryczne do jego obserwacji. Wszystkie te okoliczności dobrze wpisują się w pogląd, zgodnie z którym to właśnie Campani był odkrywcą złożonej struktury pierścienia Saturna.

Teza o dominującym wkładzie Campaniego w odkrycie pierścieni Saturna zyskała ostatnio wsparcie także w pracach historyków, którzy w Dolnosaksońskiej Bibliotece Krajowej w Hanowerze znaleźli dokumenty świadczące o tym, że odkrycie przerwy w pierścieniu (tzw. przerwa Cassiniego) tradycyjnie przypisywane Cassiniemu i datowane na rok 1675 jest wcześniejsze. Walter Oberschelp w swojej pracy twierdzi, że Campani odkrycia tego dokonał już 1664 roku³⁸. Tłumaczenie to jest tym bardziej przekonujące, że Cassini dysponował instrumentem produkcji Campaniego i zapewne nie był lepszym obserwatorem od konstruktora swojego teleskopu. Poza tym byłoby dziwne, że konstruktor teleskopu nie przetestował swojego instrumentu na najbardziej dyskutowanym w ówczesnej astronomii obiekcie (Saturn).

Przypisywanie odkryć znanym postaciom, posiadającym ugruntowany autorytet w swojej dziedzinie jest jednak bardzo częste. Tego typu praktyka miała już miejsce w czasach starożytnych, kiedy odkrycia przedstawicieli szkoły pitagorejskiej przypisywano jej założycielowi – Pitagorasowi. Ta tradycja kontynuowana była także i w XVII wieku. Cassini jako astronom o ugruntowanej reputacji i zarazem dyrektor Paryskiego Obserwatorium Astronomicznego, podobnie jak i Huygens – czołowy przedstawiciel XVII-wiecznej nauki – wydawali się o wiele bardziej godnymi miana odkrywcy fenomenów Saturna niż nie mający

³⁷ Informacje takie obok wielu innych interesujących szczegółów na temat osiągnięć technicznych Campaniego podaje S. Bedini, *The Optical Workshop Equipment of Giuseppe Campani*, „Journal of the History of Medicine and Allied Sciences” 16 (1961): 18-38. Na uwagę zasługuje także praca doktorska napisana na uniwersytecie w Bolonii w latach 1977–1978 na temat osiągnięć Campaniego w zakresie konstrukcji optycznych (M. Tappi, *Ricerca storica sulle realizzazioni ottiche di Giuseppe Campani*).

³⁸ W. Oberschelp, R. Oberschelp, dz. cyt., s. 146.

uniwersyteckiego wykształcenia zegarmistrz i konstruktor instrumentów optycznych. Tymczasem prawda historyczna jest o wiele bardziej złożona i nie dająca się uzgodnić z tzw. heroiczną koncepcją odkrycia naukowego³⁹. Odkrycie naukowe, tym bardziej odkrycie tej rangi co rozpoznanie natury zjawiska Saturna nie może być pojedynczym wydarzeniem, którego autorem jest tylko jeden człowiek. Przypisywanie tego odkrycia Huygensowi naraża poza tym wielu dodatkowych problemów interpretacyjnych.

Z perspektywy zarysowanej w niniejszym artykule można co najwyżej mówić o wkładzie Huygensa w to odkrycie i szacować rangę tego wkładu. Jest wysoce niezadawalającym uproszczeniem polegające na przypisywaniu w całości odkrycia pierścieni Saturna Huygensowi. Interpretacja ta posiada szereg trudności, z których najważniejsze można zrekapitulować w trzech punktach. Przede wszystkim Huygens był przekonany, że 1) Saturn otacza pojedynczy pierścień zbudowany z monolitycznego materiału⁴⁰; zgodnie z autorem *Systema Saturnium* pierścień, aczkolwiek określany jako zaniedbywanej grubości⁴¹ (*annulo cingitur*) miał grubość szacowaną przez Huygensa na 600 niemieckich mil (ok. 4 tys. km); wreszcie 3) Huygens dość arbitralnie przyjął⁴², że pierścień jest nachylony do płaszczyzny ekliptyki $23 \frac{1}{2}^{\circ}$, co było niezgodne z rzeczywistością⁴³, ale doskonale wpisywało się w jego heliocentryczne przekonania⁴⁴.

³⁹ Ta koncepcja odkrycia naukowego jest w opozycji do koncepcji wielokrotnych odkryć naukowych. Zgodnie z koncepcją wielokrotnych odkryć naukowych każdy odkrywca ma swego prekursora. Silną krytykę teorii odkryć naukowych (rozwoju naukowego poznania) zwanej „heroiczną” (*the heroic theory of scientific development*) przedstawili w swojej monografii D. Lamb i S. M. Easton (*Multiple Discovery: The Pattern of Scientific Progress*, Avebury: Avebury Publishing Company 1984).

⁴⁰ Po raz pierwszy (1660) hipotezę, zgodnie z którą pierścień może być utworzony z szeregu drobnych ciał postawił Jean Chapelain (1595-1674). Starał się on także wyjaśnić następstwo pór roku na Saturnie jako skutek zmiany orientacji pierścieni, a zatem także i osi obrotu planety.

⁴¹ Współcześnie kwestia ta jest ciągle przedmiotem sporu. Według niektórych autorów (J. Benton, *The Vanishing Rings of Saturn*, „Astronomy” 23 (1995): 70) grubość pierścienia wynosi ok. jednej mili (1,6 km), według innych (D. Moche, *Astronomy*, New York: Wiley, 1993, s. 244) sięga dwóch mil (ok. 3 km). Gary Hunt w swojej monografii na temat Saturna (*Saturn*, Mitchell Beazley 1982, s. 31) podaje, że grubość pierścieni nie przekracza 150 m. Najczęściej przyjmuje się jednak, że wielkość ta zawiera się pomiędzy 200 m i 3 km. Zwraca się jednak uwagę na to, że grubość pierścieni jest różna, np. najbardziej zewnętrzny pierścień E ma grubość kilku tysięcy metrów, podczas gdy inne pierścienie mają grubość tylko kilkuset metrów. W pewnym sensie rehabilituje to Huygensa, który obstawał przy swoich szacunkach grubości pierścienia. Por. E. D. Miner, R. R. Wessen, J. N. Cuzzi, *Planetary ring systems*, Berlin - Heidelberg - New York: Springer, 2007, s. 6.

⁴² Huygens był głęboko przekonany, że cieńszy pierścień nie może rzucać cienia, który – jak sądził – obserwowal na tarczy planety. Obiekcje jakie mu stawiano w związku z brakiem obserwacji cienkiej jasnej kreski na tarczy, która powinna się pojawić przy szerokości pierścienia jaką proponował odsuwał przy pomocy hipotezy *ad hoc*, zgodnie z którą krawędź miała być pokryta substancją słabo odbijającą promienie słoneczne (małe albedo).

⁴³ Współcześnie przyjmuje się, że wartość ta wynosi $26^{\circ} 45'$, rozbieżność jest na tyle duża, że już współcześni Huygensowi kwestionowali przyjmowaną przez niego wartość tego parametru i wskazywali na wartości

Ostatnie lata życia Huygensa doskonale ilustrują tzw. zasadę Placka. Pomimo licznych dowodów na to, że Saturna nie otacza pojedynczy pierścień, ale przynajmniej dwa pierścienie i to złożone z wielu niezależnych satelitów Huygens podtrzymywał swoją pierwotną koncepcję jednolitego pierścienia. Paradoksem historii jest to, że anachroniczna hipoteza, rozpropagowana w bardzo poczytnym⁴⁵ na przełomie XVII i XVIII wieku dziele pt. *Cosmotheoros, sive De Terris Coelestibus, earumque ornatu, Conjecturae* (Hague: 1698), które już wyszło po śmierci Huygensa, stała się inspiracją dla licznych, nowatorskich na owe czasy, kosmogonicznych spekulacji. Hipoteza Kanta wysunięta w celu wyjaśnienia pochodzenia układu słonecznego wywodzi się w prostej linii z Huygensa koncepcji pierścienia Saturna.

4. Uwagi końcowe

Rozwiązanie problemu polegającego na odgadnięciu rzeczywistości kryjącej się za danymi empirycznymi pochodzącymi z teleskopowych obserwacji Saturna było wstępem do poszukiwań (fizycznej) natury pierścienia (pierścieni). Problem ten postawiony przez Laplace'a na gruncie mechaniki Newtona udało się rozwiązać Maxwellowi⁴⁶, ale pełne wyjaśnienie wszystkich zjawisk fizycznych uwikłanych w kontekst pierścieni Saturna jest kwestią przyszłości. Z filozoficznego punktu widzenia warto jednak zauważyć, że kolejne rozwiązania problemu pierścieni Saturna pogłębiały koncepcję materialnej jedności świata, zaś toczony w XVII wieku spór o interpretację obserwacji teleskopowych dostarcza argumentów takiej wizji rozwoju nauki, która uwzględnia techniczno-technologiczne uwarunkowania poznania naukowego.

bardzo bliskie akceptowanym współcześnie (J. Picard na podstawie swoich obserwacji skłaniał się nawet do przyjęcia dużo większej wartości tego parametru 31^0).

⁴⁴ Huygens rozumował przez analogię. Ponieważ obliczona wówczas wartość nachylenia równika Ziemi do płaszczyzny ekliptyki wynosiła $23^0 29'$ to zbieżność tę można było interpretować na korzyść hipotezy heliocentrycznej. Układ Saturna (planeta z księżycem i pierścieniem) był inną wersją miniatury układu słonecznego jaką był Jowisz ze swoimi (czterema) księżycami. Posiadania księżyców przez planety było ważnym testem teorii heliocentrycznej, gdyż w wersji podanej przez Kopernika (heliostatycznej) księżyc posiadała tylko Ziemia, co czyniło ją wyjątkową. Odkrycie księżyców, które obiegały inne planety było ważnym czynnikiem sprzyjającym procesowi akceptacji teorii heliocentrycznej.

⁴⁵ W krótkim czasie ukazało się tłumaczenia tej pracy na język angielski (1698), holenderski (1699), francuski (1702), niemiecki (1703), rosyjski (1717) i szwedzki (1774).

⁴⁶ J. Clerk Maxwell, *On the Stability of the Motion of Saturn's Rings*, „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society” 19 (1859): 297-304.