

Rek, Radosław

Obserwacje plam słonecznych w wieku XVII

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 50/3-4, 231-238

2005

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.



Radosław Rek

Warszawa

OBSERWACJE PLAM SŁONECZNYCH W WIEKU XVII

Skonstruowanie lunety umożliwiło obserwacje na powierzchni Słońca ciemnych obszarów nazwanych plamami słonecznymi. Jako pierwsi obserwowali je w ten sposób: Johannes Fabricius (9 marca 1611), Galileo Galilei (Galileusz) i jezuita Christopher Scheiner. Scheiner swojej obserwacji dokonał 6 marca 1611 zauważając najprawdopodobniej te same grupy plam co Fabricius. Najwcześniej, bo 8 grudnia 1610 roku plamy dostrzegł Thomas Harriot. Plamę na Słońcu widział również Johannes Kepler wykorzystując zjawisko „camera obscura” 28 maja 1607 roku, w czasie pobytu w Pradze czeskiej.

Wcześniej plamę na Słońcu z terenu Europy obserwował praski kanonik Cosmas w roku 1139 nie precyzując metody w jaki sposób stała się dlań widoczna. Najwcześniejszą pewną z opisanych byłaby obserwacja przeprowadzona w Niemczech w dniu 17 marca roku 807 [12]. Obserwowano wówczas przejście Merkurego na tle tarczy Słońca, na której zauważono ciemną plamę (Mogła to być jedynie Wenus mająca rozmiar kątowy podobny do największych grup plam. Metodę „camera obscura” zastosował jako pierwszy Leonardo da Vinci około roku 1500. Brak powiększenia kąтового uniemożliwia dostrzeżenie w ten sposób Merkurego).

Pierwsze obserwacje plam słonecznych z użyciem lunety z terenu Polski przeprowadzone zostały w latach 1614–1618 przez jezuitów kaliskich. Obserwatorem był Carolus Malapartus oraz Polacy Alexius Sylvius Polonus i Simon Perovius. Zrekonstruowane modele używanych przez nich lunet znajdują się obecnie w posiadaniu muzeów we Fromborku i Kaliszu. Malapert kontynuował

obserwacje plam w Donoi do roku 1627, tworząc własną teorię ruchu „gwiazd austriackich” [1].

W roku 1613 Galileo Galilei (Galileusz) opublikował w Rzymie trzy listy dotyczące plam na Słońcu – *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*. Ruch plam na Słońcu miał być potwierdzeniem teorii Kopernika a same plamy planetami stykającymi się z powierzchnią gwiazdy (podobną teorię rozwijał Scheiner.) Idee te znalazły się także w opublikowanym w 1632 roku *Dialogu...* Galileusz przeprowadzał swoje obserwacje używając lunety o 32-krotnym powiększeniu a instrument ten zachował się do dnia dzisiejszego.

O częstotliwości obserwowania plam w wieku XVII można wnioskować z istniejących zapisów obserwacji, czego przykładem są próby rekonstrukcji zmian cyklu jedenastoletniego w tym okresie. W szczytowym roku 1625 Christopher Scheiner obserwował plamy na Słońcu 336 razy.

W roku 1630 opublikował obszerną księgę *Rosa Ursina sive Sol ex Admirando Facularum* o plamach słonecznych, pochodniach i metodach ich obserwacji. Na podstawie komentarza można przypuszczać, że autor zawarł w niej wyniki 2000 z nich [4]. Luneta Scheinera (według reproduktowanej ryciny) miałaby długość około 8 stóp, ale w rzeczywistości była instrumentem pięciostopowym.

Od stycznia 1625 plamy na Słońcu obserwował jezuita polski Mikołaj Smogulecki, który wyjechał potem do Chin by m.in. nauczać astronomii.

W latach 1642–1644 podobne obserwacje przeprowadzał Jan Heweliusz, wykorzystując je w swym dziele *Selenographia*, które ukazało się w roku 1647. Ryciny przedstawiają zarówno wielkość obserwowanej plamy jak i jej ruch na tarczy słonecznej i dostarczają dowodu na pojawienie się jedynie jednej plamy (grupy plam), którą można było zobaczyć bez użycia lunety, choć łącznie autor grup plam zaobserwował co najmniej kilkadziesiąt [2]. Plama ta, 10 maja 1644 widoczna była w pobliżu południka słonecznego. W katalogu Wittmanna i Xu, którzy zestawili istniejące zapisy obserwacji plam słonecznych wykonanych w Chinach i Korei bez użycia lunety, znalazła się natomiast plama inna. Tę prawdopodobnie Heweliusz przedstawił jako plamę o niezbyt dużej powierzchni (2 lipiec 1643), a która później rozbudowała się do dużego półcienia (9 lipiec).

Heweliusz przeprowadzał obserwacje najprawdopodobniej z użyciem lunet o długości 6 i 12 stóp gdyż takimi wówczas dysponował. Pawilon zbudowanego w 1641 roku obserwatorium nie był przystosowany do posługiwania się większymi instrumentami, a był raczej niezbędny przy obserwacjach, w których obraz rzutowano na ekran. Jedna z rycin przedstawiająca sposób obserwacji potwierdza, że były one wykonywane w pawilonie. Na tej podstawie można również szacować ogniskową okularu dużo mniejszej lunety stosowanej co najmniej początkowo do tego celu, a w ten sposób wnioskować, że podobnych rozmiarów okular zastosowany do lunet 6 i 12 stopowej pozwalał uzyskać powiększenie kątowe dziesięć i dwudziestokrotne [9]. Mała średnica obiektu umożliwia

dostrzeżenie tranzytu Merkurego (za tę obserwację Heweliusz został przyjęty do Royal Society).

Heweliusz obserwował Słońce w trakcie zaćmień w latach w 1649, 1652 i 1656, których wyniki opisał w listach do lipskiego *Acta Erudicorum*. Nie wiadomo jednak nic o tym by listy te zawierały opisy plam. Natomiast w latach 1650, 1652 i 1654 opublikował w Gdańsku trzy listy, w których opisy takie zamieścił (*Epistolae I, Epistolae II, Epistolae IV*).

Według katalogu Wittmanna i Xu plama nieteleskopowa widoczna była na Słońcu w roku 1656.

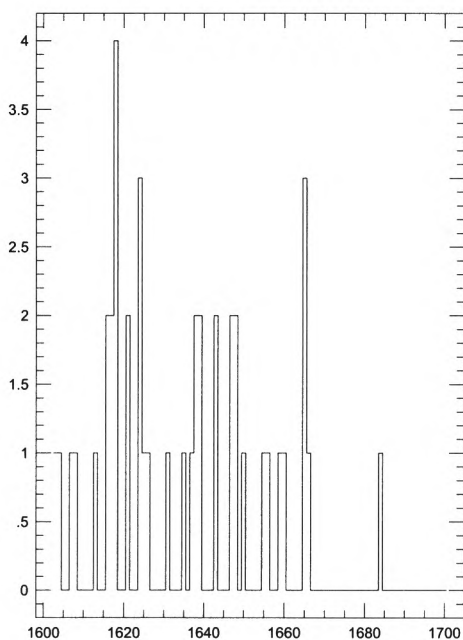
Przeprowadzone przez Heweliusza obserwacje pochodni fotosferycznych czy asymetrii półcienia plamy przy zbliżaniu się do brzegu tarczy mogłyby uważnemu interpretatorowi dostarczyć konstruktywnych wniosków na temat szczegółów budowy atmosfery słonecznej (asymetrię taką zauważył wcześniej Scheiner) jak również podstaw do szacowania liczby Wolfa, która np. dla roku 1644 była równa conajmniej 30 [2]. Posłużyły do potwierdzenia takiego jak współczesne tempa rotacji Słońca. Heweliusz wyjaśnił również, że plamy nie mogą być planetami. Największa z lunet Heweliusza nie była wykorzystywana do obserwacji Słońca.

Nieznanyymi są ewentualne obserwacje przeprowadzone z terenu Włoch przez teleskopy, które jeśli w podobnym czasie zbudowano miałyby podobne wymiary (być może dotyczy to po prostu teleskopu Heweliusza, którego soczewki zostały oszlifowane przez Tytusa Liwiusza Burattini. Miał on szlifiernię i obserwatorium w Warszawie).

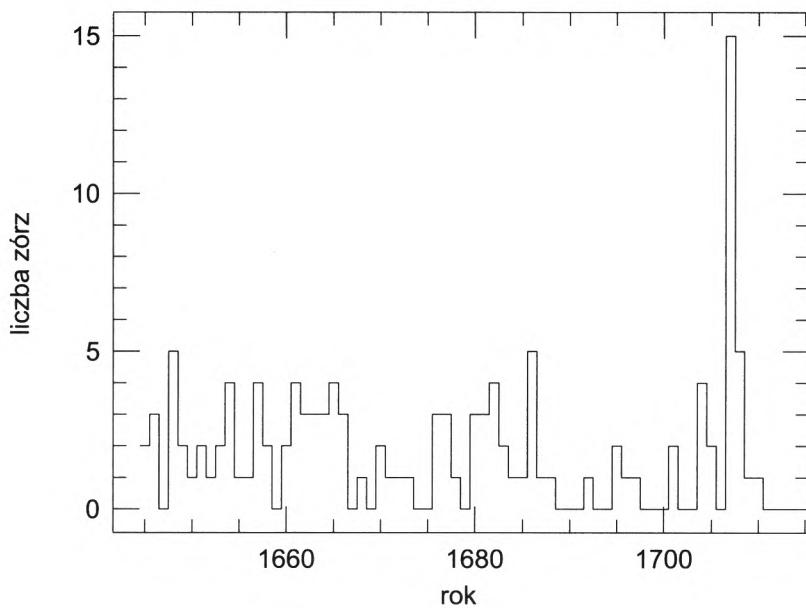
Okres 1645 – 1700 jest w literaturze przedmiotu zaznaczany jako tzw. *Minimum Maundera*.

Jeszcze przed rokiem 1843 Samuel Schwabe przypuszczał, że zauważył cykliczność dla szczytowej wartości liczby plam. Odkrycie to przeszło do historii jako wykazanie cykliczności jedenastoletniej, mimo iż zaobserwowany przez autora cykl byłby wg zamieszczonej w jego publikacji tabeli równy dziewięciu latom w przypadku plam i dziesięciu dla odstępów między minimami [10]. W tej okresowości dopatrzył się nieciągłości w dłuższej skali czasowej Rudolf Wolf w roku 1856 i Gustaw Friedrich Spörer w 1887. W roku 1894 ukazała się w *Knowledge* publikacja Edwarda Maundera, który dokonał podsumowania wcześniejszych publikacji Spörera i okres zmniejszonej aktywności plamotwórczej Słońca w tych latach nazwano jego nazwiskiem.

Minimum Maundera bywa przedstawiane jako okres, w którym w ogóle nie obserwowano plam słonecznych i zórz, które często powstają w następstwie zjawisk na Słońcu i odtwarzają cykl jedenastoletni. Wiadomo, że w okresie 1645–1715 obserwowano łącznie 121 zórz z terenu Środkowej Europy, w tym w latach 1645–1700 było tych zórz 90 (rysunek 2). Współczesny katalog Křivský'ego i Pejmla, zwiększa liczbę tych obserwacji do 122 przed rokiem 1699 [5].



Ryc. 1. Liczba zaobserwowanych plam widocznych na Słońcu bez użycia teleskopu.
Na podstawie katalogu A.D. Wittmanna i Z.T.Xu.



Ryc. 2. Liczba zórz obserwowanych z terenu Środkowej Europy.
Na podstawie katalogu H.Fritza.

Częstotliwość obserwacji zórz byłaby podobna do tej z lat 1890–1920 przy deklinacji magnetycznej różnej o około 12 stopni od współczesnej, z podobnie ledwo widoczną okresowością jedenastoletnią. Wartość liczby Wolfa dla tych cykli wahała się między 60 a 100. Słabiej widoczną cykliczność jedenastoletnią w zapisach zórz tłumaczy się wędrówką południowego (położonego na północnej półkuli) bieguna magnetycznego i np. w połowie XX wieku liczba obserwacji (gdy wartość deklinacji zbliżyła się do tej z 1700 roku) z terenu Niemiec znacznie wzrosła odtwarzając wyraźnie zmiany liczby Wolfa (co zaobserwowano wówczas również w Polsce). W okresie minimum cyklu plam część z zórz powstaje wskutek oddziaływania z wiatrem słonecznym, a koronalne M-centra powodują obserwowalne półtoraroczne przesunięcie względem szczytu liczby plam z zachowaniem obserwowanej cykliczności (ma to związek z trwającym przez około 30 miesięcy od szczytu liczby plam tzw. przebiegunowaniem) i tych zórz obserwuje się najwięcej. Tak mogło być i w trakcie *Minimum Maundera*, w okresie, którego widoczny jest raczej cykl 22-letni a nie krótszy; stało się to także widoczne w przypadku zórz obserwowanych z terenu Europy od połowy XX wieku. To zjawisko może być również przydatne w szacowaniu okresów szczytowej aktywności w okresie *Minimum Maundera*.

W czasie *Minimum*, w roku 1676 plamę na Słońcu obserwował, w już istniejącym od roku

jako instytucja obserwatorium w Greenwich, astronom królewski John Flamsteed i powtórnie dopiero w roku 1684. W 1671 w istniejącym od 4 lat obserwatorium w Paryżu obserwację plamy na Słońcu przeprowadził G.D.Cassini. Jego spostrzeżenia zostały opublikowane w „*Philosophical Transactions of the Royal Society*” z adnotacją, że podobnej dokonano 11 lat wcześniej, a zatem w uznawanym przez niektórych autorów za szczytowy roku 1660. W tym samym roku na ten sam temat przedstawił publikację Jean Picard, którego obserwacja była również kolejną po poprzedniej, a tę obserwator przeprowadził w roku 1665 (opis trzech różnych dużych widocznych w tym roku grup plam znajduje się w kronikach dalekowschodnich) [4].

Być może jest to swego rodzaju aluzją do cyklu jedenastoletniego, który mógł być wywnioskowany z obserwacji Scheinera. Cykl obserwacji Scheinera trwał 15 lat, a Schwabe o podobnej okresowości przekonał się po 12 latach i potrzebował kolejnych 5 lat na tego potwierdzenie [7].

W latach *Minimum Maundera* plamy słoneczne obserwowano w obserwatorium paryskim.

Jean Picard w latach 1672-1677 i Philippe de La Hire w latach 1684–1700, podczas łącznie 4095 dni obserwacyjnych, zaobserwowali plamy 83 razy. Obserwacje te przeprowadzono po spostrzeżeniu Cassiniego, który cytował obserwacje Picarda, co wskazuje na to, że Picard obserwował plamy również wcześniej.

Rudolf Wolf podsumowując w *Astronomische Mitteilungen Eidg. Sternwarte* obserwacje między rokiem 1674 i 1683 stwierdził, że zaobserwowano je 364 razy; w 1678 roku 134 razy, zaś w roku 1682 i 1683 po 93 razy [6]. W czasopiśmie tym zamieszczano prawdopodobnie wyniki codziennych obserwacji jak np. w 1932 roku i byłyby to wówczas liczba dni z zaobserwowanymi plamami a nie liczba plam. Łącznie w trakcie *Minimum Maundera* plamy na Słońcu z terenu Europy obserwowano 750 razy [11].

Według kronik astronomów z obserwatorium na Górze Purpurowej pod Nankinem plamy na Słońcu widywane były do roku 1684 (Xu Zhentuo i Jiang Yaotiao skatalogowali obserwacje np. przeprowadzone w latach 1613 i 1616 w Chinach, jak również w 1603 i 1604 roku z terenu Korei i Wietnamu), bez użycia lunety, być może poprzez ciemne szkło lub podczas zachodów. Kronika Wittmanna i Xu przedstawia to zagadnienie nieco inaczej – poprzednią plamę zaobserwowano w roku 1666 (rysunek 1). W roku 1684 plamy zostały zaobserwowane zarówno przez Jana Heweliusza jak i Johna Flamsteeda. Heweliusz obserwował Słońce przez 14 dni w ciągu roku i przez 12 z nich było ono pokryte plamami, natomiast Flamsteed w trakcie 49 dni obserwacyjnych obserwował plamy przez 17 dni.

Łącznie opisów takich obserwacji plam przeprowadzonych w XVII w. bez użycia lunety istnieje 46, w sześciu z nich obserwowane zjawisko określono jako gwiazdy a nie ciemne plamy, a jeden z opisów dotyczy prawdopodobnie obserwacji rozbłysku (1638), co można uzasadnić na podstawie teorii. Część z nich powtarza się. 43 można uznać jako opisy różnych plam, bez uwzględnienia ewentualnych powtórzonych obserwacji po upływie okresu równego rotacji Słońca.

14 z tych obserwacji to okres *Minimum Maundera* i np. plama zaobserwowana 25 maja 1660 w Korei była tą samą, którą zaobserwował i opisał w „*Philosophical Transaction*” Robert Boyle.

Znane z Europy sposoby obserwacji mógł przekazać Mikołaj Smogulecki, a pierwszy teleskop znalazł się w Chinach w roku 1618 подарowany przez Johanna Schrecka lub wcześniej, w 1614 roku sprowadzony przez jezuitów. O ich ewentualnym wykorzystaniu do tych obserwacji nic nie wiadomo.

Zestawienia szacowanej liczby Wolfa (sposób jej obliczania został ustalony w roku 1849) za wiek XVII wskazują na to, że obserwacji takich dokonano w latach 1611–1614, 1625–1627 (Scheiner), 1642–1644 (Heweliusz), 1650–1656 (Heweliusz i prawdopodobnie Picard, który w 1645 obserwował zaćmienie Słońca i później zajmował się astronomią), 1660 (R. Boyle [12], być może Picard) i na ich coroczną rejestrację w latach 1670–1690. F. Link [6] uzupełnia tę listę obserwacjami Galileo Galilei (1612) i Scheinera (1618–1627). Wiadomo o innych obserwacjach Heweliusza (1660, 1684) oraz tym, że w latach 1611–1613 aż 199 rysunków plam słonecznych sporządził Harriot.

Jedynie długotrwałe obserwacje Scheinera umożliwiają umiejscowienie w czasie prawdopodobnego szczytu aktywności Słońca. Posłużenie się katalogiem Wittmanna i Xu wskazuje na podobny w latach 1637–1638 jak i następny w 1665, co dostarcza kolejnej przesłanki za istnieniem w okresie Minimum Maundera dłuższego cyklu, bliskiego w długotrwałości współcześnie obserwowanemu 22 letniemu. W szczytowym roku cyklu słonecznego obserwuje się około czterech dużych grup plam, które można dostrzec bez użycia lunety; zdarzały się również mniej liczne pojawienia plam w okresie minimum jak np. w roku 1942 czy w maju 2005 roku. Częstość zjawiska zależy jednak od użytego filtra i np. w szczycie cyklu XXI plamy na Słońcu bez używania lunety można było obserwować przez 170 dni w trakcie kolejnych 13 miesięcy [11].

Wg Giorgio Abettiego, Galileo Galilei (Galileusz) podobnie jak pozostali odkrywcy, wiedział o istnieniu plam zanim spojrział na obraz Słońca rzutowany przez lunetę. Wytłumaczeniem takiego stwierdzenia mogłaby być korespondencja, jaką Galileusz utrzymywał z Keplerem, który już w roku 1607 wiedział o tym zjawisku [4].

Nie wiadomo nic o tym by plamy na Słońcu obserwowano w obserwatorium uniwersyteckim w Lejdzie (założonym w 1633), w Utrechcie (założonym w 1642) lub w obserwatorium w Kopenhadze (istniejące od 1656 roku).

Współcześnie tworzone wykresy szacujące liczbę Wolfa w wieku XVII wskazują na niewykorzystanie obserwacji Karola Malaparta i jezuitów kaliskich.

Do nieco zapomnianych należą również obserwacje Heweliusza zamieszczone w dziele *Machina Coelestis*. Posłużyły one do wyznaczenia ewentualnego szczytu cyklu w roku 1660, co jest jednak niezgodne z obserwacjami dalekowschodnimi, jak również zapisami katalogów zorzowych. W trakcie 96 dni obserwacji, plamy były widoczne przez 30 dni. W roku 1665, w którym prawdopodobnie miał miejsce rzeczywisty szczyt aktywności Heweliusz rzadko przeprowadzał obserwacje Słońca, bo tylko przez 8 dni i nie zaobserwował ani jednej grupy plam. [3] Plamy w wieku XVII obserwował również Stetini w Lipsku, Maraldi w Bolonii, Kirch, Eimmart i inni.

Interesującą mogłaby się okazać analiza budowy użytych do obserwacji instrumentów, w szczególności okularów lunet. Od roku 1683 La Hire do wyznaczania pozycji plam używał w swym kwadrancie lunety o długości 32 cali. Dokładność zastosowanej metody umożliwiła dostrzeżenie obiektu o rozmiarze kątowym równym 10 minut łuku i prawdopodobnie obserwator nie zauważył żadnej grupy plam, bo te nie osiągają tak dużych rozmiarów. Dokładność została zwiększona później (?) i umożliwiła zaobserwowanie obiektów o rozmiarze kątowym równym 5 sekundom. Lista obserwacji plam La Hire zaczyna się na roku 1684. Dłuższych lunet o długości 5 stóp używali La Hire, Picard, Scheiner i prawdopodobnie Cassini. [8]

Bibliografia:

- [1] Eugeniusz Rybka, Jerzy Dobrzycki, Mieczysław Markowski, Tadeusz Przytkowski, *Historia astronomii w Polsce*, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, 1975.
- [2] Johannes Hevelius, *Selenographia sive lunae descriptio*, Leipzig 1967.
- [3] Douglas V. Hoyt, Kenneth H. Schatten, *Overlooked sunspot observations by Hevelius in the early Maunder minimum, 1653–1684*. „Solar Physics” 160, 371–378, 1995.
- [4] John A. Eddy, *The Maunder Minimum*, „Science”, Vol. 192, No 4245, 1189–1202, 18 czerwiec 1976.
- [5] Ladislav Křivský, Karel Pejml, *Solar activity, aurorae and climate in Central Europe in the last 1000 years*. „Travaux geophysiques” XXXIII, 77–151, 1985.
- [6] F. Link, *Solar cycles between 1540 and 1700*, „Solar Physics”, 59, 175–178, 1978.
- [7] H.W.C. Newton, *Oblicze Słońca*, Warszawa, PWN, 1961.
- [8] J.C. Ribes, E. Nesme-Ribes, *The solar sunspot cycle in the Maunder minimum AD 1645 to AD 1715*. „Astron. Astrophys.” 276, 549-563, 1993.
- [9] Przemysław Rybka, *Instrumentarium astronomiczne Heweliusza (geneza i rozwój konstrukcji)*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 1987.
- [10] Samuel H. Schwabe, „Astronomische Nachrichten”, tom 21, 233-236, 1843.
- [11] F.R. Stephenson, *Historical evidence concerning the Sun: interpretation of sunspot records during the telescopic and pretelescopic eras*. „Phil. Trans. R. Soc.” London A 330, 499–512, 1990.
- [12] A.D. Wittmann & Z.T. Xu, *A catalogue of sunspot observations from 165 BC to AD 1684*. „Astron. Astrophys. Suppl. Ser.” 70, 83-94, 1987.