

# Pagaczewski, Janusz

---

## Średniowieczne obserwatoria astronomiczne czy tylko 'punkty obserwacyjne'?

---

Komunikaty Mazursko-Warmińskie nr 1, 141-152

---

1966

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

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## D Y S K U S J A I P O L E M I K A

JANUSZ PAGACZEWSKI

### ŚREDNIOWIECZNE OBSERWATORIA ASTRONOMICZNE CZY TYLKO „PUNKTY OBSERWACYJNE”?

Prof. dr Eugeniusz Rybka, dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, z okazji Jubileuszu 600-lecia Uniwersytetu, wydał książkę *Four Hundred Years of the Copernican Heritage (Czterysta lat spuścizny Kopernika)*<sup>1</sup>. Napisał w niej (s. 85), że Mikołaj Kopernik nie założył ani we Fromborku, ani też w Olsztynie, stałego, trwałego obserwatorium (*a permanent observatory*) co więcej, że nie wynalazł on żadnego nowego rodzaju narzędzia (*any new sort of instrument*), ani też nie opracował żadnej nowej metody obserwacyjnej (*any new method of observation*).

Ponieważ wyniki moich dotychczasowych badań tego problemu<sup>2</sup> świadczą o czymś właśnie zgoła przeciwnym, poczułem się upoważniony do odpowiedzi na te z gruntu fałszywe twierdzenia, drukując ją w „Postępkach Astronomii”<sup>3</sup>.

Artykuł mój przesłała redakcja „Postępów Astronomii” prof. Rybce, zaniechawszy z kolei zapoznania mnie z repliką profesora<sup>4</sup>; nie mogłem więc od razu zająć stanowiska.

W swojej replice prof. Rybka podtrzymuje nadal własne, a raczej przejęte od E. Zinnera stanowisko. Całość dyskusji, dość szerokiej, zawęził do dwóch spraw dotyczących Kopernika, a mianowicie 1) Czy Kopernik miał trwałe obserwatorium? oraz 2) Czy Kopernik był twórcą nowych metod obserwacyjnych.

W dalszym ciągu swej odpowiedzi prof. Rybka nie czyni nawet próby podania innej — niż moja — interpretacji cytowanych przeze mnie dokumentów. Według niego „miejsca, z których dość rzadko obserwował Kopernik przenośnymi instrumentami we Fromborku i Olsztynie, nie mogą być nazwane obserwatoriami”, gdyż „trwałe obserwatoria astronomiczne mają instrumenty obserwacyjne ustawione w zbudowanych na ten cel pawilonach”. Według prof. Rybki miejsca obserwacji Kopernika można nazwać tylko „punktami

<sup>1</sup> E. Rybka, *Four Hundred Years of the Copernican Heritage*, Jagellonian University, Jubilee Publications, vol. 18, Cracow, 1964, ss. 225, il. 50.

<sup>2</sup> J. Pagaczewski, *Lokalizacja obserwatorium Kopernika we Fromborku na podstawie XVI-wiecznego dokumentu*, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, R. 9, nr 1, (1964); tenże, *Duńska ekspedycja astronomiczna na Warmię w r. 1584*, Komunikaty Mazursko-Warmińskie, nr 1 (83) 1964, ss. 21—38.

<sup>3</sup> J. Pagaczewski, *Zamiast recenzji...*, *Postępy Astronomii*, t. 13, 1965, z. 2, ss. 139—144.

<sup>4</sup> E. Rybka, *Odpowiedź drowi J. Pagaczewskiemu*, *Postępy Astronomii*, t. 13, 1965, z. 2, ss. 144—145.

obserwacyjnymi" i to jeszcze z podziałem na „mniejszy” i „większy” punkt. Takim (zapewne mniejszym?) punktem obserwacyjnym byłoby w odniesieniu do Kopernika miejsce w Eolonii, „gdzie wykonał on pierwszą obserwację”. Prof. Rybka zgadza się więc „że miejsca, skąd Kopernik obserwował w Olsztynie i Fromborku, były nieco większymi punktami” niż w Bolonii. Oczywiście prof. Rybka podaje mimochodem swoją definicję punktu obserwacyjnego jako miejsca, skąd chwilowo w czyniono obserwacje astronomiczne, w przeciwieństwie do obserwatoriów, gdzie czyni się je dłuższymi seriami.

Według prof. Rybki moje wywody teoretyczne, jak mógł wyglądać punkt obserwacyjny Kopernika we Fromborku nie mogą stanowić pewnych argumentów naukowych, bo „są oparte na domysłach i wyobraźni autora”. Przechodząc do Olsztyna powiada, iż „jest możliwe, że sporządzona przez Kopernika tablica służyć mogła do czynienia jakichś spostrzeżeń astronomicznych”, jednak „nie mogły być one wystarczająco dokładne” i dalej: „Trudno tę tablicę nazywać instrumentem astronomicznym” w związku z czym — świadomie lub nie — polemizuje już nie tylko ze mną, ale i z doc. Tadeuszem Przytkowskim<sup>5</sup>.

Drugą poruszoną przeze mnie w mojej krytyce sprawą było przedstawienie obserwatorium Jana Heweliusza w Gdańsku jako w ogóle pierwszego „na kontynencie” europejskim. Obserwatoria Tychona Brahe na wyspie Ven (Hveen) — Uraniborg i Stjerneborg — jakoby nie liczyły się do obserwatoriów europejskich (s. 180).

Na powyższy zarzut prof. Rybka po raz pierwszy przyznał się do „przeoczenia”. Uznał, że obserwatorium w Lejdzie założone w 1633 r. (na 7 lat przed powstaniem obserwatorium w Gdańsku), powinno w kolejności uzyskać miejsce poprzedzające. Jednakże „pozostałe miejscowości wyliczone przez dra Pagaczewskiego, były raczej punktami obserwacyjnymi, a nie stałymi obserwatoriami w ścisłym rozumieniu tej nazwy”.

Postaram się kolejno odpowiedzieć na poruszone przez prof. Rybkę sprawy, zaczynając od obserwatoriów Kopernika.

W moich dotychczas opublikowanych pracach<sup>6</sup> starałem się uzasadnić stanowisko, będące przeciwieństwem stanowiska mego Dyskutanta. Podstawę do tego dał mi niezmiernie ciekawy, a dotąd zupełnie nie wykorzystany w badaniach nad Kopernikiem dokument, a mianowicie praca Tychona Brahe pt. *Appendix ad observationes anni 1584*<sup>7</sup> będącą dziennikiem obserwacyjnym Morsianusa Cimbera, asystenta Tychona. Uzupełnieniem tego dziennika jest druga, w naszym problemie mniej ważna praca Tychona Brahe, stanowiąca opracowanie naukowe jego fromborskich (i królewieckich) obserwacji, a nosząca tytuł: *Examinatio observationum quae in Prussia per sextantem trigonicum novum factae sunt anno 1584*<sup>8</sup>. W oparciu też o Kopernika *De Revolutionibus*<sup>9</sup>, oraz prace innych kopernikologów, jak E. Brachvogla<sup>10</sup>, L. Prowego<sup>11</sup>,

<sup>5</sup> T. Przytkowski, *Astronomiczne zabytki Olsztyna*, Rocznik Olsztyński, t. 2, 1959, ss. 135—172.

<sup>6</sup> J. Pagaczewski, *Lokalizacja*; tenże, *Duńska ekspedycja*; tenże, *Zamiast recenzji*.

<sup>7</sup> Tycho de Brahe, *Appendix ad observationes anni 1584*, Opera omnia, Hauniae 1927, t. 10, ss. 345 i n.

<sup>8</sup> Tycho de Brahe, *Examinatio observationum quae in Prussia per sextantem trigonicum novum factae sunt*, anno 1584, Opera omnia, t. 5, s. 305 i n.

<sup>9</sup> M. Kopernik, *De Revolutionibus*, Księga II, rozdz. 2.

<sup>10</sup> E. Brachvogel, *Die Sternwarte des Copernicus in Frauenburg*, Zeitschrift für Geschichte und Altertumskunde Ermlands, Bd. 27, ss. 338—366.

<sup>11</sup> L. Prowe, *Nicolaus Copernicus*, Berlin 1883, Bd. 1, T. 2, ss. 1—23.

E. Zinnera<sup>12</sup>, J. Wasiutyńskiego<sup>13</sup>, T. Przypkowskiego<sup>14</sup>, L. A. Birkenmajera<sup>15</sup> — tu wymienię tylko najważniejszych — oraz o pewne założenia o charakterze hipotetycznym, doszedłem do kilku zasadniczych stwierdzeń, dających się krótko ująć w sposób następujący:

1. Mikołaj Kopernik nigdy nie obserwował z północno-zachodniej wieży (zwanej *Turris Copernicana*) ani też z ganków obronnych do niej przylegających, gdyż było to z wielu względów niemożliwe, a dawna teza oparta na błędnej, bardzo późnej tradycji fromborskiej, nie wytrzymała krytyki. Miał tam co najwyżej swoją pracownię i pokój wypoczynkowy. Mieszkał natomiast w kanonii położonej najbliżej od strony zachodniej dzisiejszej dzwonnicy katedralnej (*Curia S-ti Petri*).

2. Mikołaj Kopernik posiadał natomiast na Warmii kolejno trzy obserwatoria astronomiczne:

a) We Fromborku płaską, poziomą podłogę, zbudowaną na solidnym, murywanym fundamencie oraz zaopatrzoną w linię południkową (*linea meridiei*), gdzieś w obrębie zabudowań wspomnianej kanonii i na tym tzw. *pavimentum* (nazwa używana przez Kopernika) obserwował w latach 1513—1516 Słońce i szerokość geograficzną Fromborka. Narzędziem był wówczas duży kwadrant słoneczny, który zapewne został zniszczony w czasie krzyżackiego napadu na Frombork w 1520 r.

b) Mieszkając w Olsztynie (1516—1521) obserwował Słońce przy pomocy specjalnie przez siebie nakreślonej tablicy na murze krużganka zamkowego, która to tablica uchodziła uwadze kopernikologów, uważana do niedawna za zwykły zegar słoneczny.

c) Po powrocie z Olsztyna Kopernik przeniósł swoje pozostałe narzędzia na bardzo solidnie zbudowany bastion ośmiościenny (podstawa dzisiejszej dzwonnicy), zwany przez Morsianusa Cimbera *turriculą* czyli wieżyczką, zaniedbując ostatecznie ogrodowy fundament. Bastion ten przedstawiał bowiem najdogodniejsze w całym Fromborku miejsce do obserwacji astronomicznych dla Kopernika.

Przejdźmy po kolei powyższe punkty.

1. Ernst Zinner<sup>16</sup> pierwszy zwątpił o słuszności dotychczasowej tradycji, że Kopernik dokonywał swych obserwacji z północno-zachodniej wieży w murach obronnych katedry fromborskiej. Ten wytrawny historyk astronomii i równocześnie astronom, nie mógł w żaden sposób przyjąć za prawdę niewiarygodną tradycję fromborską opisaną w pamiętniku J. Bernoulliego (rok 1778), że miejscem obserwacji Kopernika była północno-zachodnia wieża, a mianowicie jej najwyższa izba, która posiadała dziewięć ostrołukowych otworów okiennych 0,7 m szerokich w grubym na 5 stóp murze. Stąd mógł Kopernik obserwować najwyżej zaćmienia. Również nie mógł do tego celu być używany ganek obronny, nazywany przez Bernoulliego *Altan*, gdyż był on tylko 1 m szeroki i nie dość mocny, aby dać nie podlegającą wstrząsom podstawę dla trzech narzędzi. Już chód obserwatora musiał wstrząsać całym gankiem i zmieniać pion narzędzia. Za Bernoullim powtórzył tę nie-

<sup>12</sup> E. Zinner, *Entstehung und Ausbreitung der Copernicanischen Lehre*, Erlangen 1943, ss. 416 i n.

<sup>13</sup> J. Wasiutyński, *Kopernik, twórca nowego nieba*, Warszawa 1938, ss. 227—246.

<sup>14</sup> T. Przypkowski, op. cit.

<sup>15</sup> L. A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik. Cz. I Studia nad pracami Kopernika oraz materiały biograficzne*, Kraków 1900, ss. 293—342.

<sup>16</sup> E. Zinner, op. cit., s. 416.

prawdopodobną historię L. Prowe, a za nim E. Brachvogel i J. Wasiu-  
t y n s k i. A więc byliśmy świadkami powstania jakiegoś mitu dokola tej wieży,  
zwanej od początku XVII wieku (1610) „wieżą Kopernika”, *Turris Copernicana*.

Osobście godzę się całkowicie z tą opinią E. Z i n n e r a, dalsze moje badania  
potwierdziły ją w zupełności.

Bardzo wyraźnym krokiem naprzód w zbadaniu tego problemu była  
ekspertyza astronomiczna w 1953 r. Na życzenie Ministerstwa Kultury i Sztuki  
komisja złożona z trzech astronomów: dra Jana Gadamskiego, prof. Michała  
Kamieńskiego i piszącego te słowa, przeprowadziła we Fromborku pewne  
badania, które miały wykazać, czy Kopernik mógł obserwować z „poszerzo-  
nego” ganku, a więc drzewnianego tarasu na poziomie IV kondygnacji swej  
wieży. Badanie ówczesne, aczkolwiek bardzo celowe, nie dało zdecydowanej  
odpowiedzi na te wątpliwości. „Próbą krzyżową” stały się dwie obserwacje  
Księżyca, wykonane przez Kopernika przy pomocy triquetrum w dniach:  
27 września 1522 r. i 7 sierpnia 1524 r. Ponieważ według obliczeń prof. Kamień-  
skiego obie wzmiankowane obserwacje wykonał Kopernik przy wysokości  
Księżyca zaledwie 7° i 7.5°, Księżyc musiał wówczas znajdować się tylko nieco  
ponad osmiościennym bastionem południowo-zachodnim. Komisja nie wiedziała  
wówczas, że już od 1448 r. stała na tym bastionie drewniana dzwonnica, której  
obecność przekreślała oczywiście możliwość wykonania tych dwóch obserwacji  
z balkonu przy wieży.

Wobec powyższego stwierdzenia *Turris Copernicana* jako obserwatorium  
musi stanowczo zostać wykluczona. Zapewne i mój Dyskutant, wierzący na  
słowo E. Z i n n e r o w i, zgodzi się na powyższy wniosek bez sprzeciwu.

2. Jeśli więc nie z tej wieży, to skąd obserwował Kopernik? To samo  
pytanie zadał sobie i Z i n n e r, zwłaszcza iż wiedział on o istnieniu pewnej  
wskazówki w dziele Tychona Brahe<sup>17</sup>.

Otóż ten niezmiernie w naszej sprawie interesujący *passus* mówi, że  
Kopernik obserwował z wieżyczki położonej niedaleko na wschód od zabu-  
dowań kanonika Ekharda z Kępna, a to na podstawie przeprowadzonych na  
miejscu wywiadów przez Eliasza Cimbera w 1584 r. z ludźmi mieszkającymi  
w najbliższej okolicy. Wzmianka ta brzmi:

„We Fromborku, w Prusach czyli na Warmii, w zabudowaniach kano-  
nika Ekharda z Kępna, najbliższych od strony zachodniej tej wieżyczki, na  
której Mikołaj Kopernik wykonał wszystkie swoje obserwacje, według  
świadczenia mieszkańców”<sup>18</sup>.

Wzmianka ta mówi więc o miejscu obserwacji samego Cimbera, który na  
polecenie Tychona Brahe powtarzał obserwacje szerokości geograficznej  
Fromborka, oraz że miejsce to jest określone przy pomocy „wieżyczki”, na  
której obserwował Kopernik, gdyż znajdowało się od niej „najbliżej na zachód”.

Treść tej wzmianki tak dalece zaskoczyła Z i n n e r a, że nie studiując dalej  
tego arcyciekawego dokumentu zaczął szukać we Fromborku niskiej, nie  
nakrytej dachem wieżyczki, gdyż słowo *turricula* skojarzył z wieżyczkami  
obserwacyjnymi Tychona Brahe w Uraniborgu na wyspie Hveen (Ven),  
18 stóp wysokimi.

Ponieważ wieżyczki takiej Z i n n e r niestety nie zidentyfikował, zniechę-  
cił się szybko i przeszedł nad tymi rewelacyjnymi wiadomościami do  
porządku dziennego. Co więcej! E. Z i n n e r wyciągnął na końcu swych roz-  
ważań nielogiczny wniosek, iż Kopernik nie posiadał ani we Fromborku, ani

<sup>17</sup> Tycho de Brahe, *Appendix ad observationes*, s. 345.

<sup>18</sup> Ibidem.

w Olsztynie specjalnych budynków, które można by było nazwać obserwatoriami. Profesor E. Rybka przepisał w swym dziele bezkrytycznie ów przedwczesny wniosek Zinnera i broni go dalej.

a) P a v i m e n t u m. Rozwiązanie zagadki leży w dalszym ciągu dokumentu, zbagatelizowanego przez Zinnera. Cimber pisze, że instrument swój ustawił w przybliżeniu w płaszczyźnie południka i wykonywał obserwacje wysokości Słońca przed i po przejściu jego przez południk miejscowy, notując jego maksymalną wysokość na  $57^{\circ} 0' 10''$ . Niezmiernie lakoniczny opis miejsca ustawienia instrumentu pozwala na wniosek, iż na muirowanym „trzonie” położona była horyzontalna „płaszczyzna”, przez którą biegła „linia południkowa”. Właśnie kierunek owej linii weryfikował Cimber w swych wstępnych obserwacjach i zdołał się z grubsza upewnić o jego poprawności.

W pracy mojej *Duńska ekspedycja astronomiczna na Warmię w r. 1584* usiłowałem zrekonstruować przypuszczalny wygląd owej platformy obserwacyjnej, którą Cimber musiał już zastać w zabudowaniach Ekharda z Kępna, gdyż z całą pewnością sam nie mógł jej zbudować w ciągu zaledwie trzech dni pobytu we Fromborku. Profesor Rybka czyni mi zarzut<sup>19</sup>, że opis ten jest „przeważnie oparty na domysłach i wyobraźni Autora i nie może stanowić pewnych argumentów naukowych”. Podałem jedynie własną interpretację najważniejszego i najwiarygodniejszego dokumentu, jaki w tej sprawie istnieje, a jeżeli memu Dyskutantowi interpretacja ta nie odpowiada, oczekuję od niego innej.

Na szczęście istniał jeszcze drugi, zupełnie niezależny, choć równie oszczędny w słowa, opis tego obserwatorium. Jest nim wypowiedź wykonawcy testamentu Kopernika, a więc naocznego świadka, Dytryka (Teodoryka) z Radzyna (Dietrich von Rheden). Cytuję ją za E. Brachvoglem<sup>20</sup>, który musiał ten dokument znać z autopsji, względnie gdzieś o nim wyczytał, czego wyraźnie — niestety — nie mówi.

Dytryk miał pisać, że po Koperniku pozostało *Sternwarte mit Gerüst, Wall und Beobachtungssitz*, a komentarz Brachvogla brzmi: „A więc mówi tu o jakiejś budowli w terenie i o wieży, nie wspominając o żadnym balkonie albo ganku obronnym”. Z tego komentarza widać, że cytat ów jest niekompletny, gdyż w notatce jest mowa jeszcze o jakiejś wieży, zapewne więc o wieży dzwonów, a może raczej o jej ośmiościennej średniowiecznej podstawie.

Zgodność obu przytoczonych powyżej dokumentów, Tychona Brahe i Teodoryka z Radzyna, jest zastanawiająca. Z pewnością odnoszą się one do jednego i tego samego założenia, tj. do muirowanego *pavimentum* przy zewnętrznej kanonii Kopernika. Zasadę jej konstrukcji określili Kopernik w Księdze II, rozdz. 2 dzieła *De Revolutionibus*:

„Mając tak przygotowane narzędzie należy nakreślić linię południkową na podstawie muirowanej, ustawionej w płaszczyźnie poziomej i jak najstaranniej wyrównanej przy pomocy *Hydroscoopium* czyli *Chorobates*, by się na żadną nie nachylała stronę”.

„Na linii południkowej, jako na bazie, stawia się płaszczyznę instrumentu i umocowuje pionowo, zwróciwszy ku południowi środek, przy czym linia, schodząca z niego w dół, powinna upadać na linię południka dokładnie pod kątem prostym. W ten sposób osiąga się, że powierzchnia instrumentu zawiera koło południkowe”.

Już sam fakt, że Kopernik po opisie kwadrantu daje tak szczegółowy opis wymaganej, koniecznie muirowanej podstawy, w dodatku wypoziomowanej

<sup>19</sup> E. Rybka, *Odpowiedź*, s. 144.

<sup>20</sup> E. Brachvogel, op. cit., s. 360.

ówczesnym narzędziem niwelacyjnym, nasuwa wniosek, że musiał właśnie taki postument mieć, skoro posiadał kwadrant. Słowa dwóch niezależnych od siebie dokumentów: „trzon”, „płaszczyzna”, „linia południka”, „rusztowanie”, „stołek obserwacyjny” i „wał” odnoszą się niewątpliwie do czegoś realnego, namacalnego, co istniało w rzeczywistości, a nie tylko w mojej „fantazji i wyobraźni”.

b) Tablica słoneczna w Olsztynie. Powstała najprawdopodobniej między listopadem 1516 r. a wiosną 1517 r. i służyła Kopernikowi z pewnością do obserwacji momentów równonocy jesiennej i wiosennej, czyli do tych samych obserwacji, które przed swym wyjazdem do Olsztyna wykonywał niejako seryjnie we Fromborku. Kompetentni badacze uznali ją za nieruchomy instrument astronomiczny, czwarty, jaki posiadał Kopernik. Tablicę tę badali szczegółowo w latach 1956 i 1957: prof. dr Fryderyk Koebecke, doc. dr Tadeusz Przyppkowski i prof. dr Bogdan Marconi. Rezultat tych badań przedstawił Przyppkowski w osobnej pracy<sup>21</sup>. Mój Dyskutant nie zdradza, aby się jej wynikami interesował. Tablicę tę wykreślił Kopernik na zasadzie gnomonicznego rzutu refleksyjnego. Pozycję Słońca pokazywał na niej „zajczek” świetlny, rzucony przez rtęciowe lustro umieszczone na parapiecie krążanka gotyckiego, biegnącego równoległe do północno-zachodniego skrzydła zamkowego, tuż przy salach zajmowanych wówczas przez Kopernika.

Twierdzenie prof. Rybki, że obserwacje na tablicy nie mogły być wystarczająco dokładne, nie jest słuszne. Obserwacje robione kwadrantem słonecznym we Fromborku również nie mogły być zbyt dokładne, a jednak otrzymana z nich przez Kopernika wartość na szerokość geograficzną Fromborka różni się zaledwie o około 2' od wartości dzisiejszej. Jest to wynik bardzo dokładny jak na ten instrument, w którym należało odczytać na skali kątowej położenie wierzchołka cienia gnomonu. Dokładność wyniku da się wyjaśnić tylko wielką liczbą poszczególnych pomiarów. Wracając do tablicy olsztyńskiej, interpolacja położenia środka plamki świetlnej pomiędzy liniami deklinacyjnymi musiała być znacznie dokładniejsza jak pomiar pozycji cienia na kwadrancie. Jeżeli weźmiemy pod uwagę szybkość zmiany deklinacji Słońca w czasie równonocy wynoszącą 23.5' na dobę (największa w ciągu roku) i odległość najbliższych linii na tablicy odpowiadającą zmianie deklinacji Słońca w ciągu 5 dni, widzimy, że moment równonocy dało się wyznaczyć z jednej tylko obserwacji z dokładnością przynajmniej dziesiątych części jednej doby, a więc do kilku godzin, co nie było wcale mniejszą dokładnością niż osiągnięta na kwadrancie we Fromborku. Również i tu musiał Kopernik robić kilkanaście pomiarów i brać średnią arytmetyczną.

Nie sposób odmówić tym obserwacjom doniosłości w pracach teoretycznych Kopernika, na co sam się powołuje w liście dedykacyjnym do papieża Pawła III. Wielu obserwacji, które bezwarunkowo musiał wykonać, nie wymienia on w swym dziele, jak np. obserwacji szerokości geograficznej Olsztyna, którą wykonać musiał bezpośrednio przed wykreśleniem tablicy olsztyńskiej. Można upierać się — jak to czyni mój Dyskutant — że instrumenty Kopernika łącznie z tablicą nie stanowiły zasadniczego postępu. Ale nawet w tym minimalistycznym spojrzeniu pozostanie faktem, że tablica olsztyńska jest jedynym znanym wypadkiem takiego bezpośredniego wykorzystania rzutu gnomonicznego, gdyż stosowane (zresztą dopiero w XVII wieku) rzuty refleksyjne używane były wyłącznie do celów odczytywania czasu w ciągu dnia, nie zaś w celu obliczania momentów równonocy. Jest to zatem wynalazek Kopernika, jego twórcza inwencja.

<sup>21</sup> T. Przyppkowski, op. cit.

c) Bastion ośmiościenny. Wiele względów przemawia za tym, że dopiero po powrocie z Olsztyna w 1521 r. Kopernik urządził sobie obserwatorium na południowo-zachodnim bastionie oraz pracownię (miejsce przechowywania rękopisów i książek podręcznych), w swej wieży (kurii wewnętrznej), zwanej *Turris Copernicana*; instrumenty natomiast musiały się mieścić na tarasie południowo-zachodniego bastionu. Miejsce to miało z pewnością najdogodniejsze warunki dla obserwacji astronomicznych, tak ze względu na odsłonięty horyzont jak i zaciszość od wiatrów. Rozwiązanie to zgadza się najzupełniej z brzmieniem dokumentu, według którego Kopernik obserwował na „wieżycze”. Domy Ekharda z Kępna miały leżeć najbliżej od strony zachodniej tej wieżyczki. I rzeczywiście, najbliżej od strony zachodniej ośmiościennego bastionu znajdują się zabudowania kanonii pod wezwaniem św. Piotra, który to dom stał na pewno już w czasach Kopernika. Wykazała to dowodnie przeprowadzona przez Katedrę Historii Sztuki i Architektury Politechniki Warszawskiej na mój wniosek ekspertyza podziemi tego domu. Wydaje się, że tak postawiona sprawa ośmiościennego bastionu zadowala zupełnie wszelkie wymagania, jakie stawiać można takiemu średniowiecznemu obserwatorium, jak również jest w zgodzie z brzmieniem dokumentu.

Ostatnie odkrycie A. Lisickiego i A. Pencnoka<sup>21a</sup> na ośmiobocznym bastionie średniowiecznego bloku ceglanoego o wymiarach 7 × 3 m wydaje się potwierdzać naszą tezę, szkoda tylko, że na ostateczne zbadanie tego arcy-ciekawego znaleziska trzeba będzie poczekać aż do rozpoczęcia prac konserwacyjnych na bastionie.

Obserwując na „wieżycze” (zwanej tak przez Cimbera ze względu na podobieństwo „wieżyczek” Tychoona Brache i bastionu) Kopernik brał przykład z innych astronomów średniowiecznych, szukających na wieżach dogodnych warunków pracy. Nie stać ich było przeważnie na specjalne budowle; pracowali oni samotnie, pojedynczo, toteż wyzyskiwanie budynków już istniejących (wież, balkonów) na obserwatoria było samo przez się zrozumiałe. O obserwatoriach w dzisiejszym znaczeniu mówić można dopiero, gdy wzrosło praktyczne znaczenie astronomii obserwacyjnej (nawigacja!) i zachodziła potrzeba wykonywania dłuższych serii obserwacyjnych i gdy sprawy te znajdowały poparcie władz państwowych.

Musimy koniecznie w naszych rozważaniach uwzględnić czasy, w których żyli ci astronomowie. Przecież nie sposób, jak to czyni prof. E. Rybka, przenosić dosłownie dzisiejszej definicji obserwatorium w tak odległe epoki! Jeśli jakiś astronom miał kilka instrumentów i murowany postument, to już możemy mówić o obserwatorium. Na przykład dziś mówimy o „obserwatoriach” amatorskich, w których często i te skromne warunki nie są spełnione.

W swej *Odpowiedzi* prof. E. Rybka<sup>22</sup> zastanawia się nad definicją pojęcia „obserwatorium astronomiczne” w przeciwieństwie do pojęcia „punkt obserwacyjny” i słusznie zaznacza, że takich punktów, skąd czyniono *chwilowo* (podkreślenie — J. P.) obserwacje astronomiczne było wiele przed Kopernikiem i po Koperniku. Sam więc uważa, że do definicji „punktu obserwacyjnego” konieczna jest owa chwilowość, a za przykład takiego punktu podaje miejsce w Bolonii, gdzie Kopernik „wykonał swą pierwszą obserwację naukową”. Nie bardzo wprawdzie wiadomo, co Autor „Odpowiedzi” miał tu na myśli, czy zakrycie Aldebarana, czy też pierwszą obserwację chronologicznego spisu obserwacji astronomicznych Kopernika ułożonego przez Ludwika Antoniego

<sup>21a</sup> A. Lisicki, A. Penconek, *Poszukiwanie południka na tarasie oktagonu we Fromborku*, *Postępy Astronomii*, t. 14, z. 2, ss. 98—100.

<sup>22</sup> E. Rybka, *Odpowiedź*, s. 144.



Birkenmajera<sup>23</sup>. A było to wyznaczenie szerokości geograficznej miasta Bolonii w dniu 6 marca 1497 r., wykonane jako przygotowanie do owej słynnej obserwacji zakrycia Aldebarana przez Księżyc, która miała miejsce w trzy dni później. Takich jednak obserwacji wykonał Kopernik w Bolonii więcej, minimum 5 (słownie: pięć punktów spisu L. A. Birkenmajera), podczas gdy pod numerem 5 podaje także Birkenmajer ogólnie: „Obserwacje nachylenia płaszczyzny ekliptyki do płaszczyzny równika w latach 1497 do 1500”, a więc może kilkanaście lub kilkadziesiąt poszczególnych obserwacji w ciągu czterech lat pobytu Kopernika w Bolonii. Ta więc „chwila”, jak ją nazywa mój Szanowny Dyskutant, trwała nieco dłużej, a skądinąd wiadomo, że Kopernik współpracował wówczas ze znanym astronomem włoskim, zamiłowanym obserwatorem Słońca<sup>24</sup>, Dominikiem Marią Novara i na pewno korzystał z jego obserwatorium.

Miejsca we Fromborku i Olsztynie, skąd Kopernik obserwował od 1512 r. do swej śmierci w 1543 r., a więc przez lat 31, nazwał E. Rybka „nieco większymi punktami”. Nie mieści się to zupełnie w jego własnej definicji punktu obserwacyjnego, którego główną cechą jest chwilowość. Te 31 lat, to prawie cała działalność Kopernika jako obserwatora i astronoma.

Prof. Rybka definiuje: „Trwałe obserwatoria astronomiczne mają instrumenty obserwacyjne ustawione w zbudowanych na ten cel pawilonach i z reguły wykonywane są tam dłuższe serie obserwacji”.

Otóż miejsca, z których obserwował Kopernik we Fromborku i Olsztynie noszą rzeczywiście te cechy. Kopernikowskie *pavimentum*, Cimberowski *truncus* (trzon) i wypoziomowana podłoga — *planities* — wraz z południkiem — (*linea meridiei*) to nic innego, jak trwałe cechy obserwatorium. Nie spodziewamy się wszak chyba ujrzeć w średniowieczu ruchomych i otwieranych elektrycznie kopu?

Wyjaśnienia mego Dyskutanta, że „nie pisał biografii Kopernika, a tylko rozwój myśli kopernikowskiej” i „celowo pominął z życia Kopernika wiele szczegółów”, a także zapewnienia o głębokiej czci jaką żywi dla Astronoma — przyjmuję z pełnym zrozumieniem, choć nie widzę w tym usprawiedliwienia dla pochopnych sądów. Idzie tu bowiem o rzecz bardzo istotną, o owoc myśli i pracy kopernikowskiej; o to, czy Kopernik był jedynie teoretykiem i tylko na tym polu dał trwałą wkład do astronomii, jak twierdzi mój Dyskutant, czy też, jako podziwu godzien obserwator i praktyk, użył swoich obserwacji w połączeniu z obserwacjami Ptolemeusza i innych astronomów starożytnych jako materiału dowodowego dla nowej teorii heliocentrycznej. Twierdząc, iż także w nowoczesnym ujęciu metody i celu obserwacji, choć przy pomocy starożytnych instrumentów, leży wielka zasługa polskiego Astronoma.

Zatem wbrew twierdzeniu niemieckich biografów, a zwłaszcza E. Zinnera<sup>25</sup>, oraz idącego bezkrytycznie za nim mego Dyskutanta, stwierdzam z całą stanowczością, że Mikołaj Kopernik posiadał stałe obserwatoria astronomiczne tak we Fromborku, jak też i w Olsztynie. Te dwa obserwatoria Kopernika należy umieścić w spisie astronomicznych obserwatoriów średniowiecznych, bezpośrednio po obserwatorium Walthera i Regiomontana w Norymberdze, gdzie na przysposobionym do tego celu murowanym balkonie wykonywano setkami obserwacje ciał niebieskich.

Tam gdzie był choć jeden astronom obserwujący niebo i jakiś postument murowany, którego współrzędne geograficzne zostały pomierzone lub dadzą się

<sup>23</sup> L. A. Birkenmajer, op. cit., s. 317.

<sup>24</sup> E. Rybka, *Four Hundred*, s. 69.

<sup>25</sup> E. Zinner, op. cit., s. 419.

jeszcze pomierzyć, z którego to postumentu dokonywano systematycznych obserwacji astronomicznych przy pomocy jednego lub kilku narzędzi — tam mamy do czynienia z „obserwatorium”, a nie z „punktem obserwacyjnym”.

W tym rozumieniu za „punkt obserwacyjny” skłonny byłbym uważać każde określone miejsce, z którego dokonana została nawet choćby jedna obserwacja, np. balkon, okno, taras, czy nawet zupełnie dowolne, niczym nie oznaczone miejsce, po prostu „gdziekolwiek”. Nie wymagały koniecznie posiadania obserwatorium np. obserwacje zaćmień Księżyca i wystarczy stwierdzenie, że obserwował je Kopernik we Fromborku, Lidzbarku czy w Olsztynie, a ich dokładne miejsce nie jest potrzebne, o ile n. b. nie wyznaczał wówczas pozycji Księżyca. Niepodobna natomiast — eliminując pojęcie obserwatorium — rozróżniać „mniejsze” i „większe” punkty obserwacyjne, gdyż byłoby to nielogicznym przenoszeniem dzisiejszych kryteriów i pojęć w odległą epokę. Czy obserwatoria Kopernika były w niej zjawiskiem odosobnionym?

Pierwszym chyba europejskim obserwatorium średniowiecznym była wieża przy *Collegium ducale* w Wiedniu, na której obserwował znany wiedeński astronom Jerzy Purbach (Peurbach) (1423—1461) wraz z uczniem swoim Janem Müllerem de Monte Regio (Regiomontanus). Obaj obserwowali współczesnymi, niedokładnymi instrumentami od 1452 r.

Bernard Walther (1430—1504) zbudował w Norymberdze pierwsze niemieckie obserwatorium, wyposażone w najlepsze na owe czasy instrumenty. Obserwatorium to miał stanowić specjalnie do tego celu urządzony balkon. A. Pannekoek<sup>26</sup> powiada, że było to: *the first real observatory*, pierwsze prawdziwe obserwatorium; posiadało ono również warsztat budowy instrumentów. Obserwował nimi razem z Waltherem sławny Regiomontanus od 1471 r., a po śmierci tegoż w 1476 r., sam Walther, wykonując do swej śmierci w 1504 r. — 746 pomiarów wysokości Słońca i 615 wyznaczeń pozycji planet, Księżyca i gwiazd. Była to pierwsza nieprzerwana seria obserwacji w nowo powstającej europejskiej nauce, w 100 lat później Tycho Brahe i Jan Keplera wykorzystywali je w swych epokowych pracach. W 1488 r. Walther sporządził ekliptyczną sferę armilarną. Jego pozycje planet mają średni błąd 5', a błąd wysokości Słońca nie przekraczał pono 1'. Obserwacje te opublikował kontynuator dzieła Walthera, Johannes Schoner.

Trzecim z kolei byłoby obserwatorium Domenica Marii Novary w Bolonii, w którym niejedną obserwację w ciągu czterech lat wykonał Mikołaj Kopernik.

W Augsburgu zajmowało się obserwacjami astronomicznymi dwóch braci: Paweł i Jan Hainzel, członkowie rady miejskiej i dla nich to skonstruował Tycho Brahe wielki kwadrant z drzewa o promieniu prawie 6 m (18—19 stóp), na którego podzięcie można było odczytać pion podobno z dokładnością do 10 sekund łuku. Był on używany do wielu pomiarów, lecz do regularnej pracy na dłuższą metę nie był zbyt praktyczny. Stał w miejscowości Geggingen w ciągu pięciu lat, aż zwałała go burza w 1574 r.

Następne obserwatorium założył około 1560 r. książę heski Wilhelm IV w Kassel, na zamku swego ojca, Landgraфа Filipa. I to znowu nie był żaden „punkt obserwacyjny”, lecz wielkie, prawie nowoczesne obserwatorium. W żaden sposób nie można nad nim przejść do porządku, co właśnie prof. Rybka czyni w ostatnim zdaniu swej *Odpowiedzi*. Były tam bowiem specjalne tarasy, wieże, otwierane dachy i pawilony, w których stały liczne instrumenty obserwacyjne, przeważnie konstruowane na miejscu przez słynnego konstruktora narzędzi, zegarmistrza i astronoma, Joosta Bűrghiego. Obserwatorów też było wielu, oprócz samego Wilhelma IV obserwował dużo

<sup>26</sup> A. Pannekoek, *A history of Astronomy*, London 1961, s. 181.

Christoffel Rothmann. Także i zamiejscowi astronomowie brali udział w jego pracach, np. Tycho Brahe bawił tam w 1575 r., która to wizyta była wysoce stymulacyjna dla obu stron.

Nie ulega kwestii, że największą indywidualnością na polu obserwacji astronomicznych był szlachcic duński Tycho Brahe. Urodzony 14 grudnia 1546 r. w miejscowości Knutstorp (Szwecja), wcześniej poczuł pociąg do astronomii obserwacyjnej, zaczął obmyślać i konstruować nowe narzędzia do obserwacji. Pierwotnie obserwował w miejscowości Heeritzwalde koło Knutstorp. Zwróciwszy uwagę na młodego, zdolnego astronoma, król duński Fryderyk II ofiarował mu w lenno niewielką wyspę Hveen (Ven) w Sundzie i wystarczającą ilość złota na budowę obserwatorium. Tycho zbudował na środku wyspy budynek obserwatorium i równocześnie mieszkalny dla siebie i rodziny. Kamień węgielny założono 8 sierpnia 1576 r., a obserwację rozpoczął Brahe już w grudniu tegoż roku. Budowa tego niezbyt wielkiego gmachu nazwanego *Uraniborgiem* (Gród Uranii) trwała cztery lata, tj. do 1580 r. Dziś, po budynku tym pozostał zaledwie ślad w postaci wielkiego zagłębienia terenu oraz resztek sklepienia piwnicy. Istnieje także dotąd male ocebrowane źródelko, które ongiś dostarczało wody mieszkańcom Uraniborga. Do budynku przytykały od strony północnej i południowej wieże obserwacyjne 5 m średnicy i około 6 m (18 stóp) wysokie. Te dwie wieże, z tarasami obserwacyjnymi na szczytach, nazywał Brahe *turriculami* — „wieżyczkami”. Ta właśnie nazwa przeszła przez zrozumiałe skojarzenie na fromborski bastion ośmiościenny, użyta w pracy Brahego w sensie określenia miejsca obserwacji Kopernika.

Po przeciwnej stronie drogi, w odległości około 100 m na południowy wschód od *Uraniborga*, Brahe założył w 1584 r. drugie obserwatorium, gdyż *Uraniborg* okazał się za mały. Nazywało się ono *Stjerneborg* (Gród Gwiazd). Był to właściwie niezbyt wielki taras obserwacyjny, w którym zagłębione pod jego poziom pawilony obserwacyjne chroniły od deszczu i wiatru zmontowane w nich narzędzia. Były to okrągłe zagłębienia wyłożone kamiennymi, również okrągłymi stopniami dla ułatwienia obserwacji. Narzędzia nakryte były czymś w rodzaju obrotowych daszków lub kopuł, jak byśmy to dziś powiedzieli, dzięki czemu nasuwa się tu porównanie do współczesnego obserwatorium.

Te dwa obserwatoria Brahego funkcjonowały do 1597 r., w którym Tycho opuścił Danię na zawsze, udając się przez Kopenhagę, gdzie bawił jakiś czas i może też coś obserwował, do Niemiec. Tam przebywał przez prawie dwa lata, najpierw w Rostocku, a potem na zamku Wandsberg (obecnie teren Hamburga). Mając ze sobą lekkie poręczne narzędzia „ekspedycyjne” (kwadrant, sekstans i sferę armilarną)<sup>27</sup> wykonał tam przynajmniej jedną obserwację (Jowisza w dniu 21 października 1597 r.), dzięki czemu zamek ten musimy zaliczyć już przynajmniej jako „punkt obserwacyjny” Brahego.

I jeszcze na marginesie: jakże nie zaliczyć obserwatorów Tychona Brahe do obserwatorów europejskich? Prof. Rybka jednakże ma co do tego wątpliwości. Píše, że pierwszym europejskim obserwatorium astronomicznym na kontynencie było obserwatorium Heweliusza w Gdańsku, założone w 1640 r.<sup>28</sup>, ponieważ obserwatoria Tychona Brahe leżały na wyspie. Czy to stwierdzenie nie kłóci się z geografiami?

Ściągnięty przez astronoma czeskiego Tadeusza Hažeka z Hajku do Pragi, otrzymał Brahe od cesarza Rudolfa II zamek Nowe Benátky nad Izerą i tam się osiedlił w końcu sierpnia 1599 r. Gdy w 1599 r. w Pradze wybuchła zaraza, Tycho wraz z rodziną wyjechał na wieś do Jerzyc (Jiřice), gdzie mieszkał przez

<sup>27</sup> H. Mortensen, *Tycho Brahe i Wandsbek*, Cassiopeia 1943, ss. 94—93.

<sup>28</sup> E. Rybka, *Four Hundred*, s. 180.

kilka tygodni i może miał tam jakiś „punkt obserwacyjny”<sup>29</sup>. W Benatkach miał już niektóre swoje narzędzia i próbował założyć tam większe obserwatorium na wzór Uraniborga, czemu jednak na przeszkodzie stawały zbyt skąpe dotacje cesarskie. W rezultacie tych trudności i za namową cesarza Tycho przeniósł narzędzia do Pragi, umieszczając je w renesansowym belvedere królowej Anny na Hradczanach. Pałacyk ten miał wszelkie warunki do wykonywania z niego obserwacji ówczesnymi narzędziami i sądzę, że był do tego celu używany, jednakże niedługo, gdyż Wielki Obserwator zmarł niespodziewanie w 1601 r.

Jan Kepler, genialny następca Tycho Brahego, spadkobierca jego skarbcza obserwacji, nie miał swego obserwatorium, jak to sam stwierdził, posiadał jednak jakieś instrumenty, wśród nich sporządzone przez siebie triquetrum, ale nie wiemy nic o miejscach ich ustawienia. Prawie to samo można powiedzieć i o wielkim Galileusz, który nie mając specjalnego obserwatorium ustawiał swe lunety w różnych miejscach. O wiele łatwiej można uczynić to z małą lunetą niż np. z takim kwadrantem, jaki miał Kopernik.

Zapewne także pod nazwą obserwatorium należałoby podciągnąć również pokój, z którego Krzysztof Scheiner (1575—1650) od 1622 r. rektor kolegium jezuickiego w Nysie na Śląsku obserwował plamy na Słońcu posługując się lunetą keplerowską. Jak wiadomo, Scheiner był jednym z najwcześniejszych i najpilniejszych obserwatorów plam i pochodni słonecznych, które obserwował od 1611 r. przy pomocy projekcji na ekranie (*camera obscura*). Obserwował wspólnie z Janem Baptystą Cysatem i wielu innymi obserwatorami, których wciągnął osobiście do tej pracy<sup>30</sup>.

Rok 1633 uchodzi za rok założenia pierwszego obserwatorium przez J. Goliusa w Lejdzie i dopiero ten zasłużony (ale znacznie później, po rozbudowie) zakład prof. Rybka uznał za godny nazwy obserwatorium<sup>31</sup> przypisując wszystkim innym wymienionym przeze mnie miejscom (nie wyłączając obserwatorium w Kassel) co najwyżej rangę „punktów obserwacyjnych”.

Wreszcie należałoby rozstrzygnąć, czy pierwsze obserwatorium astronomiczne w Kopenhadze, założone w roku 1637 (a więc w połowie między lejdejskim a gdańskim) na Runde Taarn (okrągła wieża) może otrzymać rangę obserwatorium czy tylko „punktu obserwacyjnego” i to „mniejszego” czy „większego”, według skomplikowanej klasyfikacji prof. Rybki.

Na zakończenie chciałbym przeprosić prof. E. Rybkę za powtórne zabranie głosu w sprawie, o której — gdyby nie *Odpowiedź drowi J. Pagaczewskiemu* można by było już przestać dyskutować. Chciałem też wykazać, jak nie należy zbyt ufać autorytetom, jakim dla mego Dyskutanta jest niezawodnie Ernst Zinner, gdyż autorytety też się starzeją a nauka idzie naprzód.

Jedynie wielkość geniuszów na miarę Kopernika jest jakgdyby poza wszelką dyskusją, a chęć cbnienia jego zasług i to wbrew prawdzie historycznej, choćby jeszcze niedość powszechnie uznanej, a co prof. Rybka nazywa „stawianiem w należytych świetle” musi wywołać najgłębszy sprzeciw.

Zwłaszcza, jeżeli takie nieprzemysłane wypowiedzi ogłasza się w książce wydanej wyłącznie w języku angielskim i rozesyłanej do wszystkich najważniejszych instytucji naukowych świata, dla uczczenia największego Ucznia i to na kilka lat przed międzynarodowymi uroczystościami 500-lecia Jego urodzin.

<sup>29</sup> J. Herain, J. Matiegka, *Tycho Brahe*, Praga 1902.

<sup>30</sup> T. Przykowski, *Astronomiczna geneza aparatu projekcyjnego*, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, Warszawa 1961, ss. 225—255.

<sup>31</sup> E. Rybka, *Odpowiedź*, s. 145.

**Wykaz średniowiecznych i renesansowych obserwatoriów astronomicznych**

L. p.	Astronom	Miejsce obserwacji i data założenia względnie użytkowania	Współpracownicy
1.	Jerzy Peurbach (1423—1461)	Wieża przy Collegium ducale we Wiedniu (1452—1461)	J. Regiomontanus
2.	J. Regiomontanus (1436—1476)	Balkon i okna przy ulicy Rosengasse w Norymberdze	Bernard Walther (1430—1504), W. Pirkheimcr, J. Schoner
3.	Domenico Maria Novara	Hipotetyczne obserwatorium w Bolonii	M. Kopernik (1497—1500)
4.	M. Kopernik (1473—1543)	Pavimentum koło kurii zewnętrznej we Fromborku (1513—1516)	—
5.	M. Kopernik	Wieża i krużganek w zamku kapitulnym w Olsztynie (1516—1521)	—
6.	M. Kopernik	Ośmiościenny bastion obronny — dzwonnica we Fromborku (1522—1543)	Georg von Lauchen (J. Rheticus) (1539—1541)
7.	Paweł i Jan Hainzel	Augsburg (Geggingen) (około 1569—1574)	T. Brahe
8.	Książę Wilhelm IV heski	Obserwatorium na zamku w Kassel (zał. około 1560)	Joost Bürghi, Rothmann
9.	Tycho Brahe (1546—1601)	Heeritzwalde koło Knutstorp (zał. około 1560)	—
10.	„	Obserwatoria: Uraniborg (1580—1597) i Stjerneborg (1584—1597) na wyspie Hveen	wielu: np. Elias Morsianus Cimber, Longomontanus i inni
11.	„	Punkt obserwacyjny na okrągłej wieży obronnej w Kopenhadze (1597)	
12.	„	Punkt obserwacyjny na zamku Wandsbek (teren Hamburga) (1598)	
13.	„	Zamierzone obserwatorium w Nowych Benátkach koło Pragi (1599)	
14.	„	Punkt obserwacyjny (nieco hipotetyczny) w Jerzycach (1599)	
15.	„	Punkt obserwacyjny w Belwederze królowej Anny w Pradze (zamierzone obserwatorium)	
16.	Krzysztof Scheiner (1575—1650)	Obserwatorium Słońca w kolegium jezuitów w Nysie	Jan Baptysta Cysat i inni
17.	Jacobus Golius	Obserwatorium na dachu budynku uniwersyteckiego w Lejdzie (1633—1861)	
18.	Longomontanus (1562—1647)	Obserwatorium na Runde Taarn w Kopenhadze (zał. 1637)	Longomontanus, Olaf Roemer,
19.	Jan Heweliusz (1611—1687)	Obserwatorium na dachach trzech domów w Gdańsku (1641—1679)	żona Małgorzata