

GRAŻYNA ROSIŃSKA

MIKOŁAJ KOPERNIK
I TRADYCJE KRAKOWSKIEJ SZKOŁY ASTRONOMICZNEJ

ZNAJOMOŚĆ TRAKTATÓW O INSTRUMENTACH
ASTRONOMICZNYCH W KRAKOWIE W XV WIEKU

Jest paradoksem w dziejach ludzkiej myśli fakt, że otwierające nową epokę *De revolutionibus* Mikołaja Kopernika, od strony stosowanego w nim warsztatu, należy w pełni do astronomii tradycyjnej. Mamy tu na myśli przede wszystkim instrumentarium, które pozostawało do dyspozycji astronoma. *De revolutionibus* ukazało się bowiem blisko siedemdziesiąt lat przed zastosowaniem po raz pierwszy do obserwacji astronomicznych instrumentu optycznego. Z dzieła Mikołaja Kopernika wiadomo, że stosował on do obserwacji instrumenty gnomoniczne, trójkąt paralaktyczny, astrolabium armilarne, kwadrant¹, znane mu było z pewnością astrolabium płaskie.

Mikołaj Kopernik używał więc w swych obserwacjach przyrządów analogicznych do tych, jakimi posługiwali się Hipparch i Ptolemeusz, następnie średniowieczni astronomowie arabscy i łacińscy, a począwszy od lat siedemdziesiątych XIV w.² także astronomowie związani z Uniwersytetem w Krakowie, uczelnią w której Mikołaj z Torunia zdobywał podstawy wiedzy astronomicznej.

O każdym z tych rodzajów instrumentów pozostały informacje w rękopisach, które od końca XIV w. poprzez cały wiek XV służyły w Krakowie jako podręczniki do nauczania astronomii.

¹ Kwadrant i sfera armilarna, *De revolutionibus* ks. II, rozdz. 2 i rozdz. 14; trójkąt paralaktyczny (triquetrum), ks. IV, rozdz. 15.

² Najstarsze znane w Krakowie traktaty o instrumentach astronomicznych zachowały się w rękopisie BJ 813 kopiowanym częściowo w Krakowie w latach sześćdziesiątych XIV w. Są to dwa opisy budowy zegara słonecznego, w którym linie godzinowe mają być wykreślone na bryle cylindra oraz Jana Hiszpana: *Canones de usu astrolabii*. J. Z a t h e y: Biblioteka Jagiellońska w latach 1364—1492. W: *Historia Biblioteki Jagiellońskiej w latach 1364—1775*. Pod red. I. Zarębskiego. Kraków 1966 s. 17, Por. G. R o s i ń s k a: *Traité concernant les instruments astronomiques dans les manuscrits médiévaux de l'Université de Cracovie*. XIII Congrès International d'Histoire des Sciences, Moscou 1971. *Etudes d'Histoire de la Science et de la Technique, section IV. Histoire des Sciences Mathématiques et Physiques*. Varsovie 1971 s. 26.

Wynikiem najstarszych obserwacji astronomicznych prowadzonych w Krakowie było ustalenie położenia geograficznego miasta, co następnie dało możliwość dostosowania dla Krakowa tablic astronomicznych położenia Słońca i Księżyca dla lat 1379 i 1380. Tablice te wydał i opatrzył komentarzem L. A. Birkenmajer: *Krakowskie tablice syzygiów na r. 1379 i 1380*. Przyczynek do dziejów astronomii w Polsce XIV wieku. *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie* 1891 t. 21. Według hipotezy L. A. Birkenmajera, jw. s. 270—272. astronomowie krakowscy posługiwali się przy obserwacjach astrolabium, a czas obserwacji ustalali przy pomocy zegara mechanicznego.

Poszukiwania, które prowadziliśmy w ciągu ostatnich lat ujawniły zarówno niezwykle bogate zbiory traktatów o instrumentach astronomicznych zachowane w Bibliotece Jagiellońskiej, jak szczególne zainteresowanie przyrządami przejawiane w wykładach krakowskich profesorów astronomii w XV wieku³.

W obecnym studium zajmiemy się wypowiedziami na temat instrumentów astronomicznych zawartymi w wykładach Marcina Króla z Żurawicy⁴, czołowej postaci krakowskiej astronomii połowy XV w., wykładowcy astronomii w Krakowie w latach 1444—1445 i 1450—1453, współtwórcy tradycji astronomicznej, dzięki której, przy końcu tego stulecia, wychowano w Krakowie, obok Mikołaja Kopernika, także Macieja z Miechowa i Bernarda Wapowskiego, gdzie wiedzę astronomiczną zdobywał Konrad Celtes i wielu późniejszych wykładowców astronomii środkowoeuropejskich uniwersytetów⁵.

Podane przez nas przykładowo zestawienie dwóch opisów budowy kwadrantu: opisu zachowanego w *Summa super tabulas* Marcina Króla i opisu z *De revolutionibus* ma na celu ukazanie związków w tej dziedzinie istniejących między dziełem Mikołaja Kopernika a wcześniejszą tradycją krakowską, natomiast zamieszczony przy końcu studium wykaz incipitów traktatów o przyrządach astronomicznych zachowanych w rękopisach Biblioteki Jagiellońskiej pozwala dostarczyć poruszone zagadnienie na szerszym tle literatury europejskiej o instrumentach, z której korzystano w Krakowie w XV w.

Znane w XV w. instrumenty astronomiczne mogły pełnić wiele funkcji. Używano ich do obserwacji nieboskłonu, posługiwano się nimi jako mo-

³ Dotyczy to już początku drugiego dziesięciolecia XV w., najwcześniejszego okresu działalności astronomicznej Wawrzyńca z Raciborza, utalentowanego astronoma i pedagoga, wychowawcy przyszłych pokoleń astronomów. Por. G. Rosińska: Wawrzyńca z Raciborza wykład astronomii oraz Tabula radicum *Kwart. Hist. Nauki i Techn.* 1972 (w druku). Jak wykazał J. Rebeta, jeszcze po roku 1430 Wawrzyńca zajmował się astronomią, ucząc studentów przy pomocy instrumentów i tablic astronomicznych. J. Rebeta: Miejsce Wawrzyńca z Raciborza w najdawniejszym okresie krakowskiej astronomii. *Kwart. Hist. Nauki i Techn.* 13: 1968 s. 553—564. Zainteresowanie instrumentami astronomicznymi odnaleźliśmy w wykładzie Sędziwoja z Czechła, wychowanego w kręgu wpływów Wawrzyńca, wykładowcy Teoryki planet w 1430 r. Por. G. Rosińska: Dzieło astronomiczne Sędziwoja z Czechła. Z problematyki i metod krakowskiej astronomii w XV w. *Kwart. Hist. Nauki i Techn.* 1972 nr 1 s. 11—24. W tak przygotowanym środowisku Uniwersytetu Krakowskiego rozpoczął swą działalność Marcin Król z Żurawicy, a kontynuowali ją jego uczniowie, Wojciech z Opatowa i Andrzej Grzymała z Poznania oraz uczeni wychowani w tej tradycji, wśród nich najwybitniejsi, Piotr Gaszowiec, Jan z Głogowa, Wojciech z Brudzewa.

⁴ Literaturę do 1967 r. dotyczącą Marcina Króla z Żurawicy podaje J. Dianin: Pierwszy znany traktat rękopiśmienny w literaturze matematycznej w Polsce. *Algorismus minutiarum* Martini Regis de Premisla. *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki* 12: 1967 s. 269. Od tego czasu ukazały się następujące pozycje: J. O. Matvysyn: *Martyn z Żurawicy*. Kyjiv 1969. M. Kowalczyk: Przyczynki do biografii Henryka Czecha i Marcina Króla z Żurawicy. *Biuletyn Biblioteki Jagiellońskiej* 22: 1971 s. 87—91. G. Rosińska: Nieznany traktat astronomiczny Marcina Króla z Żurawicy. *Kwart. Historii Nauki i Techniki* 1972 nr 2 s. 227—233. G. Rosińska: Zainteresowania techniczne Marcina Króla z Żurawicy i znajomość instrumentów astronomicznych w Krakowie w XV w. *Kwartalnik Hist. Nauki i Techn.* (w druku).

⁵ A. Birkenmajer: Uniwersytet Jagielloński jako ośrodek międzynarodowych studiów astronomicznych na przełomie XV i XVI wieku. *Życie Szkoły Wyższej* 2: 1954 s. 78—83.

delami, pełniły funkcję przyrządów do obliczeń⁶. Ale tylko niektóre instrumenty były dostosowane do tak wszechstronnego użytku. Należy do nich astrolabium, sfera armilarna, torquetum i niektóre rodzaje kwadrantów. Inne instrumenty, np. zegary słoneczne, promień astronomiczny, laska Jakuba, trójkąt paralaktyczny i proste kwadranty, służyły wyłącznie do obserwacji. W celach demonstracji i obliczeń stosowano różne rodzaje ekwatoriów planet.

Instrumenty przeznaczone do obserwacji zaopatrzone były zwykle w listewkę z przeziernikami, zwaną z arabska alidadą, która ustawiona na tarczy przyrządu wzdłuż promienia świetlnego ujętego w przeziernikach, pozwalała odczytać na tarczy instrumentu kątową wysokość nad horyzontem obserwowanego ciała niebieskiego. Zasada działania przyrządów obserwacyjnych polega na ujmowaniu promienia świetlnego wysyłanego przez ciało niebieskie w określonym układzie współrzędnych. Najprostszym układem odniesienia są płaszczyzny horyzontu i zenitu. W takim układzie można było dokonywać obserwacji nawet przy pomocy instrumentu bez przezierników, jak na przykład laski Jakuba składającej się z dwóch listewek, z których krótsza skrzyżowana była pod kątem prostym z dłuższą, ruchomo jednak, tak że mogła być przesuwana wzdłuż listewki dłuższej, opatrzonej podziałką. Po ustawieniu laski równolegle do płaszczyzny horyzontu i skierowaniu poprzecznej listewki na ciało niebieskie, dotąd przesuwaną ruchomą listewkę wzdłuż nieruchomej, aż koniec ruchomej listewki pokrył się z obserwowanym ciałem niebieskim. Wynik obserwacji — wysokość ciała niebieskiego nad horyzontem, odczytywano na podziałce umieszczonej na dłuższej listewce przyrządu.

Specjalnym typem instrumentów obserwacyjnych były instrumenty gnomoniczne, ujawniające zależność między wysokością Słońca nad horyzontem a długością cienia rzucanego przez oświetlany przez Słońce przedmiot. Zegary gnomoniczne przeszły niezwykle interesującą ewolucję od najprostszych form, w których gnomon osadzony był pionowo w stosunku do płaskiej tarczy aż do zegarów z gnomonem osadzonym równolegle do osi ziemskiej. Różne formy przyjmowała także tarcza zegara. Znane są zegary gnomoniczne, w których cień przesuwa się po powierzchni cylindra albo w zagłębieniu czaszy.

Instrumenty-modele opierały się w swojej budowie na różnego typu projekcjach sfery niebieskiej na płaszczyznę. Instrumenty te, mając na celu uzmysłowienie układu ciał niebieskich na nieboskłonie, a zwłaszcza instrumenty, które schematycznie przedstawiały układ planetarny, mogły być stosowane do obliczeń. Do tego typu przyrządów oprócz ekwatoriów planet należał albiion Ryszarda z Wallingford, semissa Piotra z Dacji, oraz rozpowszechnione w Krakowie instrumenty ukazujące położenie wzajemne Słońca i Księżyca w ciągu miesiąca.

Uwagi Marcina Króla o instrumentach astronomicznych dotyczą wszystkich trzech rodzajów instrumentów znanych w Krakowie, a więc zarówno przyrządów służących do obserwacji astronomicznych, jak modeli

⁶ W literaturze dostępnej w języku polskim najszerzej chyba omawia zagadnienie przyrządów astronomicznych do roku 1500 A. C. Crombie; *Nauka średniowieczna i początki nauki nowożytnej*. Tłum. S. Łypacewicz. T. 1. Warszawa 1960 s. 115—124, 305—306. Tam też można znaleźć wskazówki bibliograficzne dotyczące literatury światowej poświęconej instrumentarium astronomicznemu.

i wykresów schematycznych sfery niebieskiej oraz instrumentów, które służąc do obserwacji mogły być zarazem przyrządami do obliczeń.

Z rozpraw Marcina Króla z Żurawicy weźmiemy pod uwagę przede wszystkim *Summa super tabulas Alphonsi* oraz traktat *Motus astrorum girantium...* zachowane w rękopisie BJ 1927⁷. Odniesiemy się ponadto do traktatu Marcina Króla *De geometria*, opublikowanego przez L. A. Birkenmajera⁸ oraz do pozostającego w rękopisie Biblioteki Uniwersyteckiej w Pradze traktatu *Ars metrificatoria Martini Regis*⁹. Wszystkie te traktaty powstały w Krakowie bezpośrednio po studiach Marcina, przed wyjazdem za granicę i są wyrazem jego działalności pedagogicznej w katedrze astronomii w roku akademickim 1444/5¹⁰. Znajdujące się w nich wzmianki o przyrządach astronomicznych mają bardzo różny charakter. Są to bądź opisy konstrukcji przyrządów, bądź opisy stosowania ich w celu osiągnięcia określonych rezultatów — na przykład pomiaru szerokości geograficznej, w której znajduje się dana miejscowość, albo pomiaru czasu — są to wreszcie wykłady zasad, na których opiera się działanie przyrządów obserwacyjnych czy obliczeniowych, albo luźne nawiązanie do zagadnień instrumentów astronomicznych. Marcin bowiem nie tylko doceniał znaczenie obserwacji astronomicznych dokonywanych przy pomocy instrumentów — wyznaczenie na drodze obserwacji szerokości geograficznej Krakowa równej $50^{\circ}11'$ jest zapewne jego dziełem¹¹ — ale także opowiadał się za stosowaniem przyrządów o charakterze modeli jako pomocy naukowych przy wykładaniu astronomii¹².

Dał on temu wyraz w traktacie *Motus astrorum girantium...* omawiając różne sposoby rozważania ruchu planet po orbitach. W celu jaśniejszego przedstawienia tego problemu Marcin Król podaje zasady schematycznego wykresu układu planetarnego, starając się „wyrzucić w kształtach widocznych dla zmysłów sprawy dla zmysłów dalekie a dostępne tylko intelektowi”¹³.

Do sporządzenia takich schematów ruchu planet niezbędna jest znajo-

⁷ Rps BJ 1927, k. 250—318 oraz 379—386 v.

⁸ L. A. Birkenmajer (wyd.): *Marcina Króla z Przemyśla Geometria praktyczna*. Warszawa 1895.

⁹ Rękopis ten pochodzi z Krakowa, gdzie kopiowany był przez Jana z Nowego Miasta w roku 1425 i Andrzeja Ruczela z Kościana w latach 1446—1448, częściowo w krakowskiej bursie ubogich — in bursa pauperum. Kodeks wywieziony w połowie XV w. do Pragi przechowywany jest obecnie w Praskiej Bibliotece Uniwersyteckiej, nr 1144. Por. J. Truchlár: *Catalogus manu scriptorum Latinorum qui in C. R. Bibliotheca Publica atque Universitatis Pragensis asservantur*. Pars prior. Pragae 1905 s. 461—462.

¹⁰ Na temat okresu powstania krakowskich dzieł Marcina Króla por. G. Rosińska: *W sprawie datowania krakowskich traktatów Marcina Króla z Żurawicy* (materiały w red. *Materiały i Studia do dziejów Filozofii w Polsce*).

¹¹ „Sicut in inclita civitate Cracoviensi cuius longitudo 32° latitudo vero 50° et $11'$, in qua hoc opusculum est collectum”. Rps BJ 1927, k. 278. Z początkiem XV w. przyjmowano szerokość geograficzną Krakowa równą 51° albo $50^{\circ}30'$.

¹² Przykładem tego jest sposób prowadzenia wykładu przez Marcina Króla. Marcin odwołuje się w wykładach do modeli, doświadczenia i potocznej obserwacji; objaśniając na przykład terminy trygonometryczne posługuje się on obrazem wspólnego mu Krakowa: „Sicut si viderem thorum turre Beate Virginis stando ad Collegium Cracoviense, radius procedens ab oculo ad thorum esset ypotemissa et spacium per terram esset basis et turre Beate Virginis esset cathetus ... hic de catheto epicli hoc dicit in «Theorica planetarum» rps BJ 1927, k. 269.

¹³ Traktat *Motus astrorum girantium*, rps BJ 1927, k. 379v.

mość zasad projekcji kuli na płaszczyznę. Marcin omawia dwa rodzaje projekcji, projekcję stosowaną przy budowie astrolabium oraz projekcję, na której opierają się wykresy na tarczach ekwatorium planet, znanego także pod nazwą *instrumentum Campani*:

„[Starożytni] wynaleźli dwa rodzaje projekcji... pierwszy prosty, poprzez rzut biegunów Zodiaku na siebie nawzajem. Wtedy z kuli otrzymuje się okrąg, w którym Zodiak znajduje się na obwodzie. Na takiej projekcji oparte są teoryki planet”. „...Ale istnieje też inna projekcja sfery na płaszczyznę, zwana *visualis*. Dokonuje się ona nie poprzez proste spłaszczenie kuli, lecz jakby wzdłuż promieni wychodzących z oka... tak jak byśmy sobie wyobrazili, że oko znajduje się na biegunie antarktycznym i gdy patrzy poprzez kulę, to założywszy, że kula ta jest przezroczysta, ukazałby się obserwatorowi na płaszczyźnie leżącej poza kulą zwrotnik Koziorożca jako okrąg o obwodzie większym, niż równik, a zwrotnik Raka — mniejszym. Natomiast równoleżnik najbliższy biegunowi byłby największy. — Co nie znaczy, że byłoby tak w rzeczywistości, ale zostało spowodowane przez zastosowanie specjalnego sposobu rzutu kuli na płaszczyznę — *visualiter*. Dzięki takiej projekcji Ptolemeusz skonstruował astrolabium, tak właśnie «rzucając» biegun na biegun”¹⁴.

Podczas gdy w traktacie *Motus astrorum girantium...*, poświęconym wykładowi teorii astronomicznych, poprzestał Marcin Król na podaniu przytoczonych wyżej zasad projekcji kuli na płaszczyznę będących u podstaw budowy ekwatorium planet i astrolabium, w wykładzie o problematyce bardziej praktycznej, zawartym w *Summa super tabulas Alphonsi*, podaje autor także uwagi techniczne, dotyczące wykonania instrumentów oraz ich stosowania.

Dokładniej zajął się Marcin Król w tym wykładzie przyrządem zwanym *radius astronomicus*, zbliżonym budową do laski Jakuba¹⁵. Marcin podaje na początku sposób stosowania przyrządu do pomiaru szerokości geograficznej miejsca, w którym dokonywana jest obserwacja, a kończy wskazówkami, jak taki przyrząd sporządzić:

„Biegun świata jest punktem stałym, a jego położenie w ten sposób poznają

¹⁴ Rps BJ 1927, k. 379v—380. Teksty Marcina Króla, łacińskie w brzmieniu oryginalnym, podajemy we własnym tłumaczeniu. Fragmenty umieszczone w nawiasach klamrowych pochodzą od tłumacza. W tekstach łacińskich zachowujemy pisownię, którą posługiwano się w XV w.

¹⁵ Tamże, k. 380. Interesujące uwagi na temat tego instrumentu podaje F. Maddison: *Medieval Scientific Instruments and the Development of Navigational Instruments in the XVth and XVI Centuries*. Coimbra 1969. *Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga, XXX Seccao de Coimbra*.

Według tego autora jw. s. 47: "The cross-staff was not a new instrument, it was probably invented by the Iudaeo-Provencal philosopher and scientist Levi ben Gerson (1288—1344) who described it in his *Sefer tekunah*, of which the part describing the cross-staff was translated from Hebrew into Latin by Peter of Alexandria in 1342. Regiomontanus and his patron, Bernhard Walther, know of Levi's treatise and a Jacob's staff (*radius astronomicus*) was used by Walther for many of his astronomical observations at Nuremberg from 1476 to 1504". W dalszym ciągu autor wyraża przypuszczenie, że przed tą datą raczej nie posługiwano się do obserwacji promieniem astronomicznym. Dane, które zacytowaliśmy od Marcina Króla świadcząby przeciwnie, że w Krakowie posługiwano się tym przyrządem już w latach czterdziestych XV w.

Cenną uwagę zamieszcza F. Maddison przypominając, że już Gemma Frisius wyróżniał dwa zbliżone budową instrumenty, laskę Jakuba (*Jacob's staff*) i *radius astronomicus*.

astronomowie: bierze się pręt drewniany o pewnej długości, niech będzie na przykład jednego łokcia, i przymocowuje się do niego drugi pręt pod kątem prostym, tak aby oba ramiona drugiego pręta były sobie równe, na przykład a b równe 25 i c d też. Mierniczy ujmuje zębami przyrząd w punkcie b, a pręt c d przeciąga przez otwór na końcu dłuższego pręta i zwraca go w kierunku gwiazdy, która jest najbliższej bieguna i nazywa się gwiazdą morza. Gwiazda ta prawie wcale nie zmienia położenia, bowiem jest bezpośrednio koło bieguna niebieskiego i przez geometrów nazywana jest biegunem”¹⁶.

Ze wskazówek o wykonaniu przyrządu, napisanych z dużą swobodą, bez uciekania się do sformułowań zbyt technicznych, oraz z opisu stosowania promienia astronomicznego do określenia szerokości geograficznej danego miejsca, można by wnioskować, że promień należał do instrumentów chętnie przez Marcina z Żurawicy używanych. Zaskakuje to nieco, bowiem z traktatów zachowanych do naszych czasów w krakowskich rękopisach nie wynika, by instrument ten był w Krakowie znany. Mamy tu jeden z przypadków, gdy wiadomości zawarte w wykładach profesorów krakowskich uzupełniają to, czego można się dowiedzieć ze spisu traktatów o instrumentach znanych w Krakowie.

Bardziej bogaty i skomplikowany opis dotyczy w dziele Marcina Króla budowy kwadrantu słonecznego. Mowa jest w nim po pierwsze o sporządzeniu tablicy wysokości Słońca nad horyzontem w poszczególnych dniach roku w określonej szerokości geograficznej. Tablica taka służyłaby przy użyciu kwadrantu słonecznego jako zegara. Następnie, mając ją już gotową, wystarczy znaleźć drogą obserwacji kąt wzniesienia Słońca nad horyzontem w danej chwili, by konsultując tablicę określić godzinę, w której dokonano obserwacji. Dalszy ciąg opisu dotyczy już technicznych zagadnień wykonania kwadrantu:

„Mając tablicę możesz przygotować kwadrant godzinowy w ten sposób: weź płytę drewnianą w kształcie ćwierci koła i wykonaj podziałki wzdłuż brzegu, po obu stronach instrumentu, w ten sposób, że po jednej stronie wpiszesz jedną połowę roku, po drugiej stronie, drugą. Następnie wykreślisz pod limbem [wycechowanym brzegiem instrumentu] po obu stronach kwadrantu po 36 łuków, umieszczając nóżkę cyrkla w centrum kwadrantu. Zaczynaj od dnia św. Wita [połowa czerwca], a kończ [luki] po prawej stronie przyrządu. Godziny wschodu Słońca umieść tuż pod limbem, jakby na pierwszym miejscu, tam gdzie w nowym kwadrancie znajduje się linia wysokości.

Następnie zobacz w tablicy, ile stopni [wzniesienia Słońca nad horyzontem] przypada pierwszej godzinie, i tyle odlicz na limbie, i tam naznacz godzinę, według tego, co wskazuje kolumna cyfr danych w tablicy astronomicznej. W ten sposób dopełnisz [cechowania instrumentu] aż do południa. Tam gdzie jest wysokość południowa Słońca naznaczysz punkt czerwony i przejdziesz do następnej podziałki na tarczy instrumentu, umieszczając godziny popołudniowe aż do tego miejsca, w którym godziny wschodu Słońca odpowiadają godzinom zachodu. W ten sposób wypełnisz obie strony kwadrantu i oznaczysz na brzegu kwadrantu dni roku co 10 z każdej strony i dokończysz wpisywania godzin przedpołudniowych i popołudniowych w przeznaczonych na to podziałkach”¹⁷.

¹⁶ Summa super tabulas, rps BJ 1927, k. 287 v.

¹⁷ Tamże.

Tak skonstruowany kwadrant informuje o czasie w sposób dokładniejszy niż zwykle zegary słoneczne, a ponadto, będąc przyrządem przenośnym, może mieć szersze zastosowanie.

Dzięki wprowadzeniu do konstrukcji jeszcze jednego elementu, o nazwie arabskiej almuri, można odczytać czas bezpośrednio z kwadrantu, bez konsultowania tablicy astronomicznej o wzniesieniu Słońca w danej szerokości geograficznej w poszczególnych dniach roku. Almuri jest to strzałka ołowiana o powierzchni chropowatej umieszczona na nici zaczepionej u wierzchołka kwadrantu. Nie polerowana powierzchnia almuri sprawia, że przesuwa się on po tarczy przyrządu, wraz z nicią, na której jest umieszczony, z pewnym oporem i że można go dowolnie na tej tarczy ustawiać, bez obawy, że opadnie natychmiast wskazując kierunek pionowy. Almuri umieszczony na tarczy przyrządu na podziałce wskazującej dzień miesiąca, w którym dokonana jest obserwacja, po skierowaniu przyrządu na Słońce przesuwa się powoli po tarczy wskazując godzinę odpowiadającą kątowi wzniesienia Słońca w danym dniu roku w określonej godzinie:

„Następnie, przywieszając do kwadrantu pion i umieszczając almuri na nici na dniu, w którym dokonujesz obserwacji — jeśli dzień ten jest oznaczony na przyrządzie, jeśli natomiast nie, umieść almuri na dniu, który twój dzień bezpośrednio poprzedza i jest oznaczony na kwadrancie, albo po nim następuje — zwróć przezierniki przyrządu w kierunku Słońca, wówczas almuri wskaże ci godzinę”¹⁸.

Kwadrant ma tę ponadto zaletę, że może być stosowany do określania czasu w nocy, na podstawie położenia gwiazd:

„W ten sam sposób możesz zastosować przyrząd do każdej gwiazdy, jeśli tylko wiesz, w jakim znaku Zodiaku się znajduje.

Według takich zasad buduje się także cylindry, podobnie jak zegar gwiezdny”¹⁹.

Autor kończy uwagą o możliwości wprowadzenia do instrumentu jeszcze jednego udoskonalenia:

„Jeśli natomiast chcesz uniknąć trudu, zbuduj kwadrant z wolwellą”²⁰.

Wolwella, ruchoma strzałka drewniana, metalowa lub pergaminowa jest nieodłącznym elementem instrumentów służących do obliczeń. Dzięki niej dokonywano automatycznie przeliczeń, na przykład mając wysokość kątową Słońca odczytywano czas, który tej wysokości odpowiada w określonej szerokości geograficznej. Działanie wycechowanej odpowiednio wolwelli przesuwałej się po tarczy instrumentu możemy porównać z działaniem współczesnego nam suwaka matematycznego.

Poza tymi dwoma instrumentami obserwacyjnymi, promieniem astronomicznym i kwadrantem, z których kwadrant, opatrzony almuri, a zwłaszcza wolwellą, ma już cechy instrumentu liczącego, znajdujemy w traktacie *Summa super tabulas* fragment poświęcony przyrządowi służącemu wyłącznie do obliczeń. Tak jak w poprzednich przypadkach, tak i tutaj Marcin nie jest wynalazcą, — promień astronomiczny znano prawdopo-

¹⁸ Tamże.

¹⁹ Tamże.

²⁰ Tamże.

dobnie przynajmniej od XIV wieku²¹, a jeszcze wcześniej powstał kwadrant z almuri, na którym wzoruje się krakowski wykładowca²².

W opisie budowy swego trzeciego instrumentu Marcin Król bierze inspirację z traktatu o budowie i posługiwaniu się astrolabium napisanego przez Prosdocima de Beldomandi (zm. 1428). Dziełko to nazywa Marcin *Tractatum astrolabii Ptolomei*. Takim właśnie tytułem opatrywano w Krakowie traktat o budowie i kanony o użyciu astrolabium Beldomandiego²³.

Przyrząd nazwany przez Marcina Króla *instrumentum pro equacione duodecim domorum* jest uproszczonym, czy raczejubożonym astrolabium.

„Chcąc zbudować instrument dla zrównania 12 domów wykreśl okrąg a b c d i podziel go na 36 równych części według zwykłego sposobu. Wykreśl na nim okrąg horyzontu, tak jak pouczają w opisie budowy astrolabium Ptolemeusza. I nie trzeba nic więcej oprócz horyzontu wykreślać, [to znaczy nie należy wykreślać azymutów i almukantaratów]. Wykreśl też Zodiak, w ten sam sposób, jak o tym jest mowa w opisie astrolabium, i mając Zodiak postępuj tak, jak poucza drugi kanon o użyciu astrolabium, jest on bowiem bardzo łatwy i odnosi się właśnie do zrównania dwunastu domów”²⁴.

Opis ten przypomina swoją zwięzłością opis budowy promienia astronomicznego. Jest to zwięzłość usprawiedliwiona, pamiętać bowiem należy, że *Summa super tabulas* poświęcona była, zgodnie ze swym tytułem, zagadnieniom związanym z tablicami astronomicznymi. Elementy teorii planet znajdujące się w tym wykładzie z jednej strony, z drugiej natomiast częste nawiązywanie do problematyki przyrządów astronomicznych nadało wykładowi Marcina duże rozmiary ale także specjalną wartość dzięki ujęciu całościowemu zagadnień ówczesnej astronomii i ukazaniu istotnych powiązań jakie istnieją między teoriami astronomicznymi, obserwacją i tablicami astronomicznymi²⁵. W takim kontekście instrument astronomiczny nie mógł zajmować nieproporcjonalnie wiele miejsca. Dla-

²¹ Na temat promienia astronomicznego por. F. M a d d i s o n, jw.

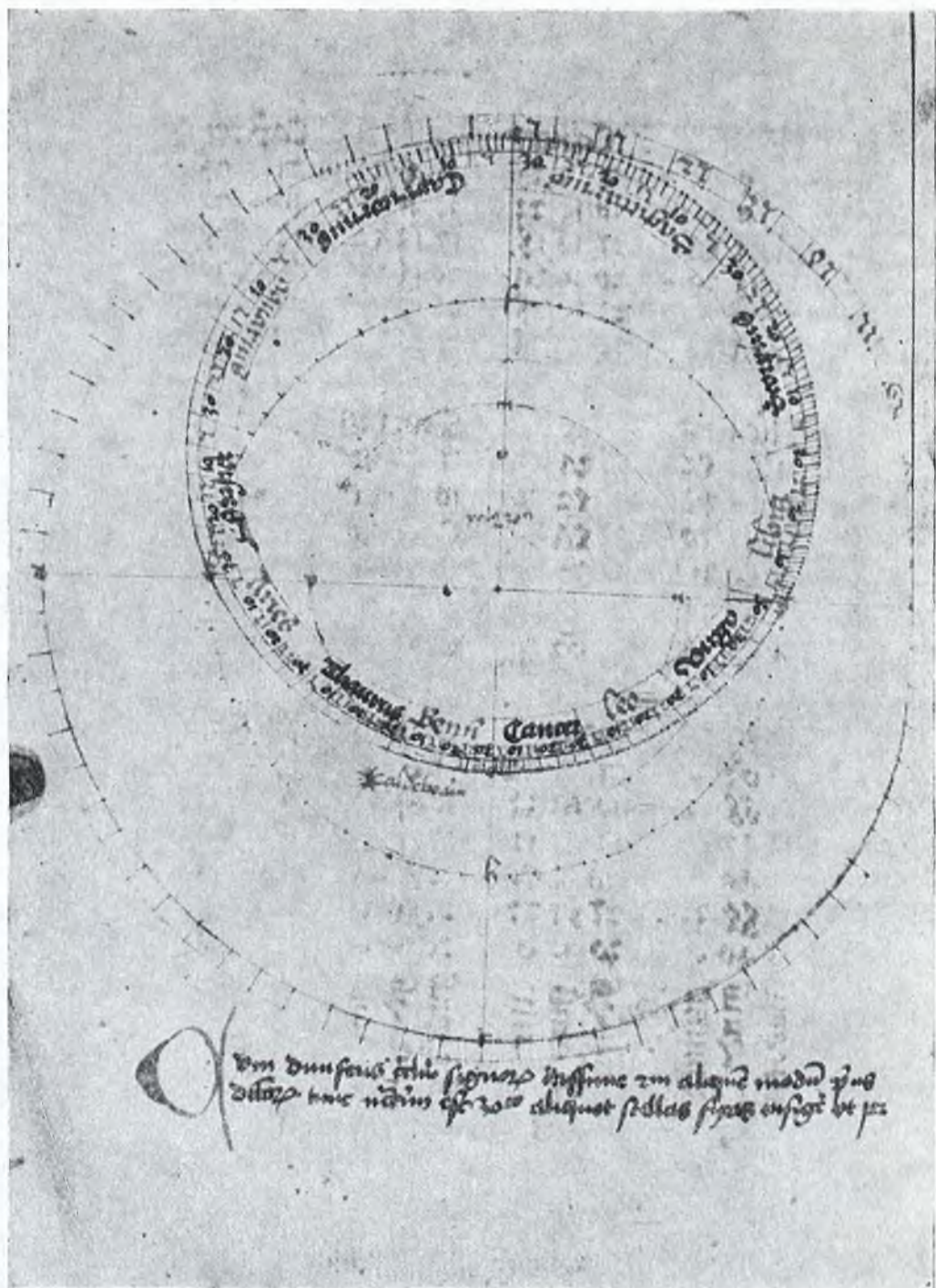
²² Por. J. M. Millas - Vallicrosa: La introduccion del cuadrante con cursor en Europa. *Isis* 17: 1932 s. 65—110.

²³ Por. rps BJ 1927, k. 83 v i 94.

²⁴ *Summa super tabulas*, rps BJ 1927, k. 294.

Podany przez Marcina Króla kanon drugi *Canonum super astrolabii Ptolomei*, nie mówi nic o zrównaniu dwunastu domów, poświęcony jest natomiast temu zagadnieniu kanon 42 i 43 według tekstu kanonów zachowanego w tym samym kodeksie BJ 1927: (Kanon 41) "Si qualibet hora 12 domos celi, quibus in suis iudiciis utuntur astrologi, adequate scire volueris, tunc ad eandem horam scias primo gradum ascendentem per tercium canonem, et pone cum super primum almucantarath in oriente et ipse gradus ascendens est initium primum domus prime. Et eius nadir, id est gradus oppositus, est domus septima, hoc est initium septime domus. Gradus autem existens in linea medie noctis erit initium quarte domus et eius nadir, id est (punctus) oppositus cadens in linea meridiana, erit initium decime domus..." (Kanon 42) "Si vis aliter principia 12 domorum invenire, tunc pone regulam super rethe et supra gradum ascendentem, id est super primum almucantarath orientale, et gradus limbi inter lineam fiducie ipsius regule et lineam medii celi; divisi in tres partes equales, fuerunt ascendentes trium domorum, ab ascendente versus meridiem computando..."

²⁵ Na różnorodność i bogactwo treści Sumy Marcina Króla zwrócił już uwagę L. A. Birkenmajer: Marcin Bylica z Olkusza oraz narzędzia astronomiczne, które zapisał Uniwersytetowi Jagiellońskiemu w roku 1493. *Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie* 1893 seria II t. 5 s. 24.



Qum dnu fons tñu signorū hñfime em aliqñ modū pñs
 dñtū hñc nām qñ rōo aliqñt scēllas pñas enfigē ut pñ

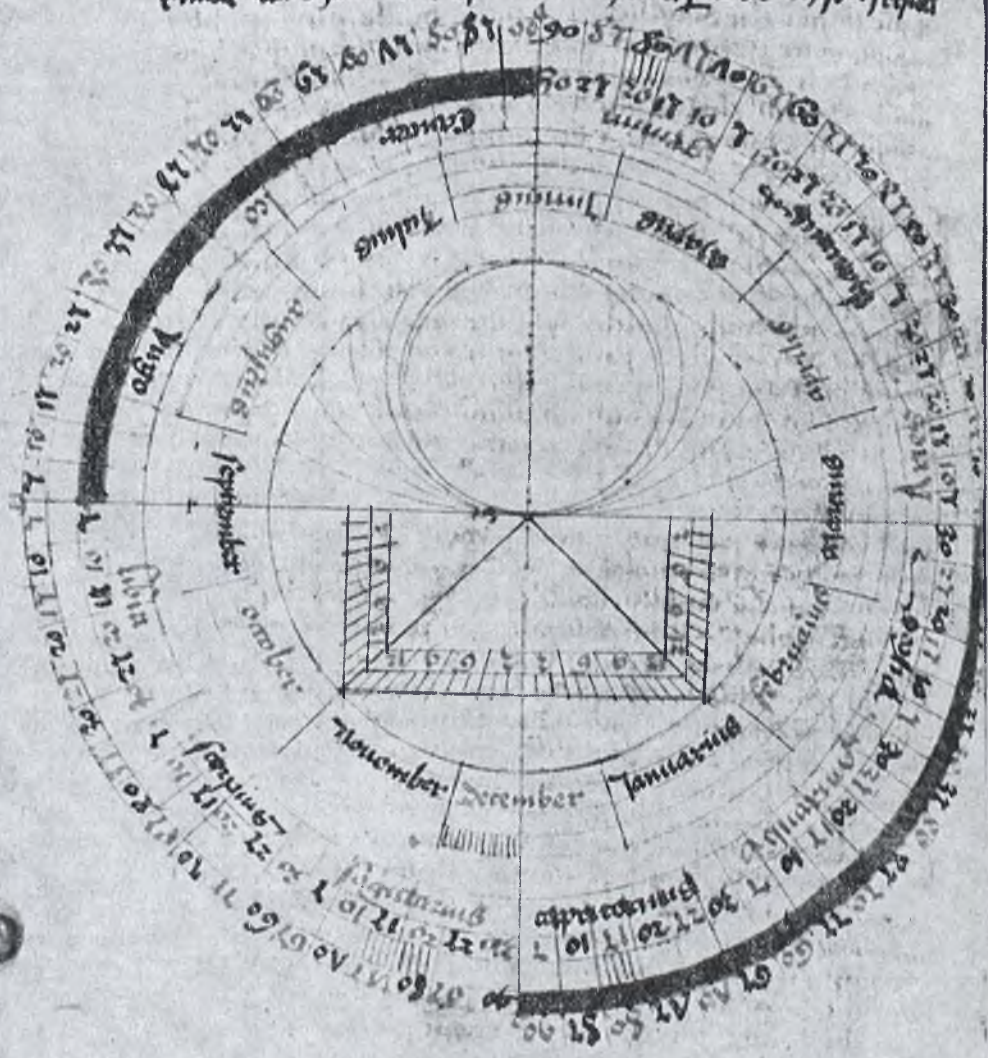
Facies astrolabii, wykres okręgu Zodiaku: rps BJ 1927, k. 75 v.

manseria et quotqz mlt mltitud m r ptes ailes et c qdibz in toto
 circuli 360 dmsionibz que dnt qdus quos sic distingues in
 octon mltas sctas nny graduu hor mo in pmo spaco scto
 ad lo. usqz a pcedendo scto r. m 20 10 in 30 r. r. qm ad a y
 r. donec veniat ad a. et ibi m vltis spaco illius qite qplebis
 mny 40. Subr farias m qita a d. mapiendo a d. usqz a. et ha
 qite dnt pte alrno. qz y cas accipit alrnes plus r. p dlo r.
 pende a b usqz c. et alr a d usqz e. pcedendo qplebis cade o
 dnt nny gduu 40. horetis in scto r. mltas distingues colaly
 quibuscuqz voluis singulos gduu. et p q hor in scto r. mltas
 scto nny gduu signato mapiendo in pmo spaco ad b pcedo
 bi r. m 20 10. r. r. augedo p r. usqz ad 30. et sub illis 30 gdu
 non pmi signi scto r. mltas m pmo scto m pmo scto mltas
 pcedendo m pmo spaco p q tce scto r. mltas mapiens unu scto r. r.
 augedo usqz ad qplebis 30 et sub 10 unu m mltas nny mltas
 sctas non r. scto signi scto r. mltas r. mltas p q r. mltas
 in ordine signoz scto r. mltas r. mltas gduu conuer lo vgo libra
 Scorpio Sagittarius cap. aquary ptes hor om mltas p q r. mltas



Dorsum astrolabii, wykres okręgu Zodiaku; rps jw., k. 77 r.

et in quibus omnia angula q̄drati 12 et in quibus quolibet lateris h̄ebis
 12 puncta dimisa que computant̄ a diametris Instrati et
 p̄m̄it̄ ad diametras quadrati ut ad d̄p̄m̄ ad m̄ p̄ a sequenti



Dorsum astrolabii, pełny wykres rps jw. k. 78 v.

tego, oprócz wyczerpującego omówienia spraw związanych z budową instrumentu — w przypadku budowy kwadrantu — oraz sumarycznych wskazówek, jak wykonać dany przyrząd i nim się posługiwać (promień astronomiczny, instrumentum *pro equacione domorum*), spotykamy już tylko odesłania do literatury poświęconej przyrządom astronomicznym.

Wspomina na przykład Marcin Król o instrumencie służącym do pomiaru deklinacji ciał niebieskich odsyłając tylko do miejsca, gdzie o takim instrumencie szukać informacji — *Instrumentum vere declinationis quaere inter instrumenta simul* ²⁶.

Przy końcu swego wykładu Marcin podaje „O tym jak skonstruować okrągłe tablice o zaćmieniach... zobaczyć należy w specjalnym traktacie o zaćmieniach” ²⁷. Mowa jest tu zapewne o instrumencie „Słońce-Księżyc” składającym się z dwóch ruchomych, okrągłych tarcz koncentrycznie osadzonych. Wykresy na tarczach odzwierciedlały wzajemne położenie Słońca i Księżycy w ciągu miesiąca a w związku z tym możliwość zaćmień tych dwu ciał niebieskich. Stąd nazwa instrumentu *tabule de eclipsibus* ²⁸. I w tym przypadku Marcin ograniczył się tylko do zasygnalizowania istnienia instrumentu. Wiadomo ponadto, że znany był Marcinowi instrument wynaleziony przez Ryszarda z Wallingford zwany albiorem.

Także miernictwo wymagało stosowania instrumentów. Zwłaszcza w dziedzinie altimetrii — nauce o mierzeniu wysokości przedmiotów, posługiwano się instrumentami analogicznymi jak przy prowadzeniu obserwacji astronomicznych. Marcin Król w *Geometrii praktycznej* omawia stosowanie się kwadrantem zwykłym ²⁹ i gnomonicznym ³⁰, sygnalizuje użycie astrolabium ³¹ i poświęca wiele uwagi stosowaniu pręta mierniczego (*virga*) ³².

Cecha umysłowości Marcina Króla — czy raczej silnie wyrażająca się u niego a panująca powszechnie w krakowskiej katedrze astronomii tendencja do chętnego stosowania ówczesnych zdobyczy technicznych, znalazła swe odbicie w traktacie Marcina *Ars metrificatoria*. Inspirację do zaprojektowania instrumentu użytecznego przy układaniu wierszy zaczerpnął Marcin z traktatów o budowie przyrządów astronomicznych. Instrument, nazwany przez Marcina Króla „pigmeronem” winien być — jak sam autor powiada — zbudowany analogicznie do instrumentu *Theoricae planetarum*, to znaczy składać się z kilku koncentrycznie osadzonych okrągłych tarcz ³³. Celem pigmerona było ułatwienie pomiaru iloczasu sylab.

²⁶ Świadczyłyby to o istnieniu w Krakowie kompendium o różnego rodzaju instrumentach? Badania prowadzone dotychczas nad zachowanym materiałem nie wskazują na to.

²⁷ L. A. Birkenmajer, jw. wyciągnął stąd wniosek o istnieniu jeszcze jednego traktatu Marcina Króla z Żurawicy, poświęconego zaćmieniom. Nie jest to nieprawdopodobne, chociaż Marcin mógł równie dobrze odesłać nie do własnego dzieła, lecz do któregoś z popularnych i dobrze znanych traktatów o zaćmieniach, analogicznie jak przedtem odsyłał do traktatu (nie własnego) o budowie astrolabium.

²⁸ Por. rps BJ 1927, k. 318.

²⁹ L. A. Birkenmajer, Marcina Króla z Żurawicy *Geometria praktyczna* jw. s. 54—63.

³⁰ Tamże, s. 30.

³¹ Tamże, s. 45—50.

³² Tamże, k. 170.

³³ Rps Biblioteki Uniwersyteckiej w Pradze, nr 1144, 33: „...sitque alia rota inclusa in prima, non eminens, sicut multi in theoricas faciunt [podkr. G.R., "theorica" oznacza w tym wypadku "instrumentum theorice", tzn. przyrząd służący

Przedstawiony przez Marcina Króla przegląd instrumentów astronomicznych, których stosowanie proponował swoim uczniom, przedstawia się niezwykle bogato. Odnajdujemy w nim prawie wszystkie typy instrumentów, jakie ukształtowały się i były w użyciu od starożytności do XV wieku: kwadrant zwykły i kwadrant gnomoniczny z almuri, astrolabium, promień astronomiczny, instrument dla zrównania dwunastu „domów”, mający zastosowanie w astrologii, ekwatorium planet, albion, instrument Słońce-Księżyc.

Uderzają przy tym dwa momenty: doskonała znajomość przyrządów astronomicznych — Marcin Król w kilku zwięzłych zdaniach określa ich budowę i sposób funkcjonowania — oraz dająca się odczytać między wierszami sprawność w sporządzaniu samemu takich instrumentów. Marciniowi z Żurawicy są dobrze znane problemy techniczne związane z konstrukcją. Ponadto podaje on nowe projekty mające na celu bądź uproszczenie budowy — w przypadku *instrumentum pro equacione duodecim domorum*, bądź przeniesienia pewnej koncepcji instrumentu w dziedzinę innych zastosowań — pigmeron.

O ile nam wiadomo, nie zestawiano dotychczas opisów instrumentów astronomicznych z *De revolutionibus* z opisami zachowanymi w manuskryptach, które w XV w. były podręcznikami astronomii w Krakowie. Opisy instrumentów zachowane w *De revolutionibus* Mikołaja Kopernika doczekały się wielu opracowań³⁴. Sięgano do nich przede wszystkim przy rekonstrukcji instrumentarium, którym posługiwał się Kopernik³⁵. Ujmowano także to zagadnienie w perspektywie historycznej, porównując np. opis budowy kwadrantu w *De revolutionibus* ze sporządzonymi w XVI w. przez Schonera i Schreckenfuchsa opisami kwadrantów Jerzego Peurbacha (zm. 1462) i Jana Regiomontana (zm. 1476). Wyniki porównań nie wskazują na to, by Kopernik wzorował się na instrumentach używanych przez któregoś z tych dwu wybitnych astronomów wiedeńskich.

Instrumenty stosowane przez Kopernika w obserwacjach charakteryzują się dużą prostotą. Proste w konstrukcji przyrządy wykonane były z drewna, a podziałki na nich znaczone atramentem. Jak stwierdza T. Przypkowski o kwadrancie Kopernika, w porównaniu z kwadrantami,

m.in. do demonstrowania wzajemnego układu Słońca i planet w systemie geocentrycznym], scilicet quod posset volvi. Et sit eius margo eciam quattuor digitorum. Et in hac [rota] sit tertia, eciam mobilis. Sed prima potest esse fixa”.

Nazwa „pigmeron” nadana instrumentowi w traktacie Marcina nie występuje w słownikach łacińskich. W swym traktacie Marcin utrzymuje, że pigmeronem posługiwał się już Wergiliusz: „Robertus dicit Vergilius disposuerat quandam figuram cuius nomen erat pigmeron in qua singularum dictionum quantitates note sunt”.

³⁴ Por. T. Przypkowski: Les instruments astronomiques de Nicolas Copernic et l'édition d'Amsterdam (1617) de „De revolutionibus”. *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 23/24 1953 s. 220—226, gdzie autor polemizuje z poglądami E. Brachvogela i E. Zinnera na temat instrumentów astronomicznych Mikołaja Kopernika.

³⁵ Na przykład J. Gadomski, M. Kamiński, J. Pagaczewski: W poszukiwaniu obserwatorium Kopernika we Fromborku. *Problemy* 10: 1954 nr 1 s. 34—39. T. Przypkowski: Postęp techniczny między przyrządami astronomicznymi Kopernika, Brahego i Heweliusza. Streszczenie referatu. *Postępy Astronomii* 1955 z. 1 s. 24—27. L. A. Birkenmajer: Mikołaj Kopernik. Cz. 1. Kraków 1900 s. 293—319.

którymi posługiwał się Regiomontanus i Peurbach i które zostały opisane przez J. Schonera (1544) i Schreckenfuchsa (1551), jest to instrument bardzo uproszczony³⁶. Tę samą prostotę spotykamy w opisach budowy i stosowania przyrządów astronomicznych zachowanych w *De revolutionibus*.

Skoro nie odnaleziono głębszych analogii między instrumentami astronomicznymi Mikołaja Kopernika (zwłaszcza w przypadku kwadrantu) a instrumentami stosowanymi przez wybitnych astronomów obcych, wydało się nam rzeczą najbardziej naturalną szukać analogii między wiadomościami o instrumentach zawartymi w *De revolutionibus* oraz krakowskimi wykładami o przyrządach astronomicznych z XV w.

Do zestawienia, które podajemy przykładowo³⁷, użyliśmy opisu budowy kwadrantu gnomonicznego z *De revolutionibus* oraz opisu budowy kwadrantu z almuri z wykładu Marcina Króla z Żurawicy. Mimo wspólnej nazwy instrumentów, usprawiedliwionej kształtem ich tarcz, będących $\frac{1}{4}$ częścią koła (*quadrans*), chodzi tu o dwa odrębne przyrządy, z których każdy miał inne przeznaczenie.

Kwadrant Marcina Króla przeznaczony był przede wszystkim do pomiaru czasu — *quadrans horarum*, i zaopatrzony został w przezierniki służące do bezpośredniej obserwacji wysokości Słońca nad horyzontem, po uprzednim ustawieniu przyrządu w pozycji pionowej. Był to instrument przenośny.

Kwadrant Kopernika natomiast, umieszczony na stałe pionowo wzdłuż linii południkowej, miał służyć do oznaczania rozstępu zwrotników oraz do ustalenia kąta nachylenia ekliptyki. Na wysokość Słońca wskazuje w nim cień gnomonu przesuwający się po tarczy instrumentu.

Jak więc widzimy same kwadranty znacznie się różnią, ale nie ma to w tym przypadku znaczenia, chodzi nam bowiem o coś bardziej istotnego, o wskazanie na podobieństwo w sposobie traktowania budowy instrumentów astronomicznych, które dostrzegliśmy porównując opisy kwadrantów wykonane przez obu autorów.

Podobieństwo to wydaje się godne odnotowania.

Martini Regis de Żurawica:
Summa super tabulas, k. 292 v —
293.

Accipe asserem quartum de quantitate et elabora limbum ex utraque parte quadrantis sic quod in una parte collocabis unam medietatem anni et in altera parte aliam.

Nicolai Copernici: *De revolutionibus*, k. 27 rv.

[...] praeparetur quadrum ligneum vel magis ex alia solidiori materia, lapide vel metallo, ne forte aëris alteratione inconstans lignum fallere posset operantem. Sit autem vna eius superficies exactissime complanata, habeatque latitudinem, quae sectionibus admittendis sufficiat, ut esset cubitorum trium vel quatuor.

³⁶ T. Przyrkowski, jw. s. 220.

³⁷ Analogią istniejącą między opisami instrumentów astronomicznych w „*De revolutionibus*” a opisami w traktatach o instrumentach astronomicznych, kopiowanymi w Krakowie w XV w. zajmujemy się w studium: *Opisy instrumentów astronomicznych w „De revolutionibus” a traktaty o instrumentach znane w Krakowie w XV w.* (maszynopis w redakcji *Kwartalnika Historii Nauki i Techniki*).

Deinde sub limbo in una parte quadrantis facies 36 lineas et in alia parte totidem ponendo pedem circini in centro quadrantis. Et incipe in die Viti. Termina vero in dextra parte quadrantis horas ortus Solis extra limbum, quasi in primo loco, ubi in novo quadrante habetur linea altitudinis. Deinde vide in tabula quoad gradus sunt contra primam horam directe et tot computa in limbo ascendendo et ibi termina horam sicut linea numerum in tabula ostendit et compleas sic usque ad meridiem, et ubi erit altitudo meridiana signabis punctum rubeum et descende e converso in sequenti spacio locando horas post meridiem usque occasus Solis veniet circa ortum.

Et sic complebis ex utraque parte quadrantem et signabis in fine quadrantis dies anni de 10 in 10 ex utraque parte et terminabis horas ante meridiem et post meridiem in suis spaciis.

Deinde affixo perpendicularo ad quadrantem et posito almuri in filo super diem presentem, si habes eum in quadrante, si vero non habes, pone super illum qui immediatius preceperit tuum diem et esset in quadrante; vel si esset aliqualis in quadrante et immediatius sequeretur tuum diem, pone super eum et verte pinnulus versus Solem et almuri tanget horam tuam. Eodem modo posses operari de qualibet stella solum sciendo in quo signo est et secundum istum modum componitur chilindrum similiter et horelumen.

Nam in vno angulorum sumpto centro quadrans circuli pro illius capacitate designatur et distinguitur in partes XC aequales, quae itidem subdividuntur in scrupula LX vel quae possint accipere.

Deinde ad centrum gnomon affigitur kyliindroides, optime tornatus, et erectus ad illam superficiem parumper emineat, quantum forsani digiti latitudine vel minus.

Hoc instrumento sic praeparato lineam meridianam explicare conuenit in pavimento strato ad planiciem horizontis et quam diligenter exaequato per hydroscopium vel chorobaten, ne in aliquam partem dependeat. In hoc enim descripto circulo e centro eius gnomon erigitur et obseruantes quandoque ante meridiem vbi umbrae extremitas circumferentem circuli tetigerit signabimus. Similiter post meridiem faciemus et circumferentiam circuli inter duo signa iam notata iacentem bifariam secabimus. Hoc nempe modo a centro per sectionis punctum educta recta linea meridiem nobis et septentrionem infallibiliter indicabit.

Ad hanc ergo tamquam basim erigitur planicies instrumenti et ad perpendicularum figitur e converso ad meridiem centro, a quo descendens linea examinatum rectis angulis lineae meridiana congruat. Euenit enim hoc modo, ut superficies instrumenti meridianum habeat circumulum.

Hinc solsticii et brumae diebus meridianae Solis umbrae sunt obseruandae per indicem illum siue kyliindrium e centro cadentes, adhibito quopiam circa subiectam quadrantis circumferentiam, quo locus umbrae certius teneatur, et adnotabimus quam accuratissime medium umbrae in partibus et scrupulis. Nam, si hoc fecerimus, circumferentia quae inter duas umbras signata, solstitialem et brumalem, inuenta fuerit, tropicorum distantiam ac totam signiferi obliquitatem nobis ostendet, cuius accepto dimi-

dio, habebimus quantum ipsi tropici ab
 aequinoctiali distant et quantus sit an-
 gulus inclinationis aequinoctialis ad eum,
 qui per medium signorum est, circulum,
 fiet manifestum.

Oba opisy skomponowane zostały według ustalonego tradycją schematu. Schemat ten, dwuczęściowy, obejmuje opis sposobu sporządzenia instrumentu oraz opis posługiwania się instrumentem. W opisie budowy podane są po pierwsze wskazówki o przygotowaniu materiału: rodzaj materiału, wymiary instrumentu, przygotowanie powierzchni tarczy; następnie opis sposobu wycechowania tarczy, wreszcie montaż całego instrumentu. W opisie podanym przez Marcina Króla wymienione elementy odpowiadają trzem kolejnym akapitom, które wyróżniliśmy w tekście.

Inaczej w opisie podanym przez Kopernika. Opis ten jest bardziej rozczłonowany, przede wszystkim dlatego, że dotyczy on zarazem dwu zagadnień: sporządzenia kwadrantu gnomonicznego oraz sporządzenia linii południka³⁸ niezbędnej dla właściwego ustawienia instrumentu w celu prowadzenia obserwacji. Rozkład treści w opisie z *De revolutionibus* przedstawia się w związku z tym następująco: akapity 1, 2, 3, dotyczą przygotowania materiału, wycechowania tarczy i osadzenia gnomonu, akapit 4 poświęcony jest sporządzeniu linii południkowej, akapit 5 ustawieniu instrumentu w płaszczyźnie południka i przygotowaniu go do obserwacji, akapit 6 wykonaniu obserwacji i odczytaniu wyników na tarczy instrumentu.

W obu opisach istnieje analogia w akapitach dotyczących czynności wstępnych przy budowie instrumentu, jak wybór materiału, ustalenie wymiarów przyrządu, przygotowanie tarczy, na której ma być wykreślona podziałka.

Marcin Król wymienia tylko drewno jako tworzywo. Kopernik obok drewna proponuje materiał bardziej odporny na odkształcenia, kamień lub metal. Także w *De revolutionibus* zwrócono uwagę na dokładne wypolerowanie tarczy, niezbędne by móc potem precyzyjnie nanieść podziałki. Wskazówkę tę, choć jest ona bardzo typowa i często występuje w znanych w XV w. w Krakowie opisach instrumentów³⁹, pominął w swym pośpiesznie zredagowanym opisie Marcin Król.

Wobec różnych celów obu instrumentów istnieją różnice w sposobie nacechowania tarcz. Na tarczy kwadrantu Marcina Króla wykreślone są łuki godzinowe, po których przesuwają się almuri wskazując czas, a wzdłuż limbu, po obu stronach przyrządu, oznaczono dni roku (co 10 dni). Podziałka na limbie kwadrantu opisanego przez Kopernika obejmuje 90 stopni — *partes*, z których każdy, jeśli wymiary instrumentu na to pozwolą, może być następnie podzielony na 60 *scrupula*.

³⁸ O sporządzeniu instrumentu „ad lineam meridianam” mówi dobrze znany w Krakowie traktat włączany niekiedy do dzieła Jana z Linneris: *Canones in tabulas primi mobilis*, jako rozdział VII. Por. zestawienie incipitów.

³⁹ Na przykład w anonimowym opisie astrolabium zachowanym w rękopisie BJ 709, k. 172r—175r: „Ad faciendum astrolabium accipe tabulam de quacumque volueris materia que ad hoc sit apta, quam planabis optime ex utraque parte [podkr. G. R.] et describas in ea circulum secundum quantitatem qua volueris habere astrolabium...”

Wartość instrumentu astronomicznego, niezależnie od tego, czy był to kwadrant gnomoniczny, czy kwadrant z almuri, sprowadzała się do stopnia precyzji, z jaką pozwalał on ujmować położenie ciał niebieskich. Jak widzimy Kopernik stosował instrumenty astronomiczne należące od strony technicznej do typu instrumentów, które Marcin Król proponował swym krakowskim studentom w 1444 roku, na prawie sto lat przed ogłoszeniem drukiem *De revolutionibus*. Wiadomo, że instrumentom tym daleko było do precyzji instrumentów Tychona de Brahe, a nawet Peurbacha i Regiomontana; niemniej w rękach Kopernika wystarczyły one do obserwacji, których wyniki potwierdziły mu błędność dotychczasowych teorii astronomicznych.

Jest więc Mikołaj Kopernik spadkobiercą sięgającej jeszcze pierwszej połowy XV wieku krakowskiej tradycji, którą poznał w czasie swych studiów uniwersyteckich w Krakowie w latach 1491—1495.

W tym okresie do dyspozycji studentów pozostawały, obok znakomych wykładów krakowskich astronomów, traktaty o instrumentach astronomicznych uczonych arabskich i łacińskich wielu epok, Masha'allaha, Wilhelma Anglika, Jakuba ben Mahira (Profatiusa), Jana z Gunderslauen, Jana Schindla, Jana z Gmunden, Prosdocima de Beldomandi.

Na bogactwo literatury o instrumentach astronomicznych będącej przedmiotem zainteresowania krakowskich astronomów wskazuje poniższe zestawienie. Należy sobie przy tym uświadomić, że traktaty do dziś zachowane w zbiorach rękopiśmiennych Biblioteki Jagiellońskiej są tylko częścią tego zespołu traktatów, który służył niegdyś krakowskim scholarom.

Incipity traktatów o przyrządach podzieliliśmy na 6 grup, odpowiednio do rodzajów przyrządów. Podajemy więc incipity traktatów o instrumentach gnomicznych, o astrolabiach, kwadrantach, ekwatoriach planet, instrumentach Słońce—Księżyc oraz o pozostałych instrumentach nie mieszczących się w tych pięciu kategoriach.

Traktaty o przyrządach gnomicznych odnoszą się do zegarów słonecznych horyzontalnych i wertykalnych, z gnomonem prostopadłym do tarczy instrumentu albo nachylonym do niej pod kątem odpowiadającym nachyleniu osi ziemskiej, a także zegary, w których cień gnomonu przesuwa się po zewnętrznej powierzchni cylindra oraz *instrumentum de linea meridiana*.

Traktaty o astrolabiach poświęcone są budowie i stosowaniu astrolabium płaskiego, astrolabium uniwersalnego zwanego safea, astrolabium sferycznego oraz sfery armilarnej. Dołączyliśmy tu także wykaz tablic astronomicznych przewidzianych jako niezbędna pomoc przy cechowaniu tarczy instrumentów.

Również bogato reprezentowane są traktaty o kwadrantach, od najprostszego kwadrantu — *quadrans vetus*, poprzez kwadrant z almuri i kwadrant z kursorem do instrumentu zwanego *quadrans novus*, łączącego zalety kwadrantu i astrolabium.

Wśród traktatów o ekwatoriach planet mamy dwa opisy, kompilację na podstawie Jana Campana dokonaną przez anonimowego autora oraz reprezentującą dużo wyższy poziom kompilację Jana z Linneris. Instru-

mentu Słońce—Księżyc dotyczy opis wykonania przyrządu oraz tablice astronomiczne umożliwiające korzystanie z tego instrumentu.

Opisy pozostałych instrumentów obejmują: Jana de Dondis opis astrarium, anonimowy opis globusa niebieskiego, opis wykonania zegara mechanicznego, trikwetrum i laski Jakuba.

Schemat zestawienia incipitów jest następujący: w ramach każdej z sześciu grup incipity ułożone są w kolejności alfabetycznej. Poniżej incipitu podajemy sygnatury rękopisów i folia, na których traktat o danym incipicie występuje. Dołączamy także krótką notatkę dotyczącą pochodzenia rękopisu i okresu, w którym znany był w Krakowie. Informacja ta towarzyszy tylko pierwszej wzmiance o kodeksie, przy następnych wzmiankach nie powtarzamy jej, odsyłając tylko do danych występujących wyżej — jw. Dodatkowe dane o niektórych kodeksach umieszczamy w przypisach.

Każdy z incipitów odnosimy do zestawienia incipitów L. Thorndike, P. Kibre: *A Catalogue of Incipits of Mediaeval Scientific Writings in Latin*. Cambridge Mass. 1963. Zastosowany skrót Thorndike-Kibre z następującym po nim numerem jest odesłaniem do tego dzieła ⁴⁰.

⁴⁰ Traktatami o instrumentach astronomicznych zachowanymi w Krakowie interesował się wybitny uczony niemiecki E. Zinner (zm. 1970). Najważniejsze publikacje tego autora dotyczące astronomii i uwzględniające rękopisy krakowskie, ukazały się w latach 1925—1956. Prace poświęcone instrumentom astronomicznym poprzedził Zinner zestawieniem rękopisów astronomicznych: *Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kulturgebietes*. München 1925. Porównując materiał rękopiśmienny przechowany w Bibliotece Jagiellońskiej z tym co z krakowskich traktatów odnotował E. Zinner, zauważyliśmy duże rozbieżności. Oto ich zestawienie: 1) w stosunkowo najpełniej odnotowanych przez autora traktatach o astrolabium popełniono omyłkę w identyfikacji traktatu *Prosdocima de Beldomandi*. Z siedmiu egzemplarzy traktatu *Prosdocima* autorstwo czterech, poświęconych budowie astrolabium, zostało przypisane Christianowi Prachaticowi (*Verzeichnis...* nr 8580—8584), jeden uznano za anonimowy (nr 949), jeden przypisano *Masha'allah* (nr 7054). 2) Traktaty o astrolabium z rękopisów BJ 709, k. 172—175 oraz BJ 1970, s. 13—24 oraz BJ 715, k. 31ra—32, podane są w tej samej grupie tekstów (odpowiednio numery 882, 887, 876) mimo iż pierwszy z tych trzech traktatów incipitem oraz treścią różni się od pozostałych. 3) Uszedł uwagi autora traktat o astrolabium uniwersalnym (*safea*), przechowywany w rękopisie BJ 556, k. 244ra—246vb. 4) Z dwunastu kodeksów z traktatami o kwadrantach znane są autorowi cztery w rękopisach BJ 551, BJ 584, BJ 1970 (nry 8879—8881) oraz BJ 1865 (nr 8885). 5) Z trzech grup traktatów o kwadrancie znana jest E. Zinnerowi jedna, dotycząca nowego kwadrantu *Profatiusa*. 6) Pod tym samym numerem umieszczone są dwa traktaty z rękopisu BJ 1970, znajdujące się na s. 95—103 i 185—205, gdy tymczasem drugi traktat dotyczy budowy kwadrantu, a w pierwszym nie ma mowy o przyrządach astronomicznych. 7) Istnieje w Bibliotece Jagiellońskiej dziesięć kodeksów z traktatami dotyczącymi zegara słonecznego, z których autor wymienia tylko dwa: BJ 551 (nr 9836) i BJ 2252 (nr 9882).

Ponieważ dane z wymienionej pracy E. Zinnera były podstawą dla wielu wniosków w dalszych jego publikacjach, nie uniknął on mnożenia nieścisłości.

W monografii *Entstehung und Ausbreitung der copernicanischen Lehre*. Erlangen 1943, ten sam autor dokonuje przeglądu zachowanych w Bibliotece Jagiellońskiej rękopisów z traktatami o przyrządach astronomicznych w rozdziale poświęconym studium Mikołaja Kopernika w Krakowie. W przypadku rękopisów z traktatami o zegarach słonecznych autor powołuje się i na *Verzeichnis der astronomischen Handschriften* i na swą pracę z roku 1939, *Die ältesten Räderuhren und modernen Sonnenuhren*, w której cytował już kodeksy BJ 1927, BJ 1844, BJ 551, BJ 610 i BJ 2252. Nie wymienia jednak traktatów o przyrządach, których jest więcej, niż sa-

Dla historii instrumentarium astronomicznego specjalne znaczenie mają zachowane w Krakowie traktaty, których istnienia nie odnotowano dotychczas w literaturze.

1. TRAKTATY O INSTRUMENTACH GNOMONICZNYCH

Ad componendum horarium fac semicirculum et dividatur in 90 partes)

BJ 551, k. 127ra, 1388 r. Rękopis kopiowany w Pradze, znany w Krakowie w latach dwudziestych XV w.⁴¹.

BJ 1865, s. 324, kopiowany w Krakowie w 1460 r.

BJ 610, s. 298—299 i 690—692, kopiowany w Krakowie ok. 1440 r.

Tytuł w rękopisie BJ 610: *Horologium Achas.*

Thorn d i k e - K i b r e, kol. 33 podaje rękopis krakowski BJ 551 jako najwcześniejszy datowany kodeks zawierający wymieniony traktat oraz powołuje się na Zinnera nr 9690—9693.

Ad faciendum horologium murale secundum umbras versas fac semicirculum a b c super centrum d)

BJ 1844, s. 361, kopiowany w Krakowie w połowie XV w.

BJ 1865, s. 322, jw.

BJ 1927, s. 271—272, kopiowany w Krakowie w latach 1444/1445.

BJ 2252, s. 224—226, kopiowany w Krakowie, koniec XV w. i początek XVI.

Thorn d i k e - K i b r e, kol. 39. Johannes Schindel: *Compositio chilindri* [!].

Cum in plano volo facere orologium)

BJ 1917, s. 1—2, rękopis kopiowany w Krakowie na przełomie XV i XVI wieku⁴².

Incipit nie wymieniony u Thorn d i k e - K i b r e.

De figura autem chilindri est sciendum quod totum corpus chilindri)

BJ 1970, s. 34—38, kopiowany z końcem XIV w. w Erfurcie, znany w Krakowie na

mych rękopisów. W ten sposób nie zostały podane traktaty z opisami zegarów o budowie bardziej bogatej, na przykład zegarów cylindrycznych, chociaż zachowały się one w ośmiu rękopisach Biblioteki Jagiellońskiej, zawierających oprócz kanonów o użyciu przyrządu, siedem różnych opisów budowy.

Wobec niekompletnie przedstawionego materiału nie dziwi wyrażone przez E. Zinnera zdumienie, że brak było w Krakowie traktatów na temat zegarów słonecznych o budowie bardziej nowoczesnej: „Merkwürdigerweise scheinen die in Deutschland sehr beliebten modernen Sonnenuhren mit ihren Abarten in Krakau keine Vorliebe gefunden zu haben”. E. Zinner, *Entstehung*, jw. s. 147, przypis 18.

Na temat istnienia traktatów o pozostałych instrumentach astronomicznych, kwadrancie, astrolabium i ekwatorium planet, które zachowały się w Bibliotece Jagiellońskiej w przeszło pięćdziesięciu odpisach, E. Zinner wypowiada się jednym zdaniem: „Auch Schriften über die Geräte sind nich häufig”. [!] Tamże.

Ten sam temat poruszył autor w jeszcze jednej pracy, *Deutsche und niederländische Instrumente des 11. bis 18. Jahrhunderts*, München 1956, powołując się na rękopis BJ 551 (s. 20).

Nieścisłości w rozprawach E. Zinnera, mające następnie wpływ na nieczgodną z rzeczywistością ocenę poziomu nauczania astronomii w Krakowie, wynikały m.in. z braku pełnego opracowania spuścizny astronomicznej zachowanej w krakowskich rękopisach z XV wieku.

⁴¹ Opis rękopisu BJ 551. L. Hajdukiewicz: *Księgozbiór i zainteresowania bibliofilskie Piotra Tomickiego na tle jego działalności kulturalnej*. Wrocław 1961 s. 225—229. Autor interesuje się tam tylko późniejszymi posiadaczami rękopisu, począwszy od Stanisława Stalczara ze Środy (1493) oraz Piotra Tomickiego.

⁴² Opis rękopisu BJ 1917. L. Hajdukiewicz, jw. s. 237—238.

przełomie XIV i XV w.

Tytuł traktatu w rękopisie: *Alia compositio chilindri.*

Incipit nie wymieniony u Thorndike - Kibre.

Horologium horisontale in quavis habitacione hoc modo construitur)

BJ 2615, k. 21—24, kopiowany w Krakowie, początek XVI w.

Tytuł traktatu w rękopisie: *De horologio horizontali.*

Thorndike - Kibre, kol. 640. Wyd. Wenecja 1485 razem z Regiomontanus: *Calendarium* f. 24r.

In usu chylindri primum capitulum. Ad sciendum que sit altitudo Solis)

BJ 709, k. 180—181, kopiowany w Pradze ok. 1408, znany w Krakowie ok. 1420 r.⁴³.

Thorndike - Kibre, kol. 729.

Investigantibus chylindri compositionem quod dicitur horologium viatorum, sumatur lignum maxime solidum minime porosum)

BJ 551, k. 126ra—127ra, jw.

BJ 715, k. 39ra—39ra, z końca XIV w. znany w Krakowie w latach czterdziestych XV w.⁴⁴.

BJ 813, k. 179r—181v, kopiowany w latach sześćdziesiątych XIV w. częściowo w Krakowie⁴⁵.

BJ 1970, s. 25—33, jw.

Odmiana incipitu, BJ 551: *Ad chilindri compositionem investigandam)*

Między wymienionymi odpisami istnieją znaczne różnice.

Thorndike - Kibre, kol. 31, 776, 1536, *Horologium viatorum.*

Operaturus autem per chylindrum si vis scire horas cuiuscumque diei)

BJ 1970, s. 38, jw.

Część druga traktatu: *Alia compositio chylindri. Sequitur practica chylindri et incipiunt sic canones eius.*

Para laminam lapideam)

BJ 575, k. 235va—335ra.

BJ 584, k. 140r, rękopis kopiowany w Krakowie w latach 1423, 1449.

BJ 551, k. 58rb—vb, jw.

BJ 618, k. 13rb—va, kopiowany w Erfurcie, przełom XIV/XV w. i w Krakowie, w latach dwudziestych XV w.⁴⁶.

Tytuły: BJ 584, *De linea meridiana. Instrumentum ad lineam meridianam que alio nomine cenith dicitur meridianum et modum ipsum inveniendi subiungo*; BJ 575, *Instrumentum ad lineam meridianam que alio nomine cenit meridiani dicitur et modum ipsius inveniendi subiungere.*

Thorndike - Kibre, kol. 753.

Tractatus kilindri duas habet partes, quarum prima est de eius compositione, secunda de usu ipsius)

BJ 1844, s. 592—598, kopiowany w Krakowie w połowie XV w.

Thorndike - Kibre, kol. 1580, *De compositione cylindri.*

⁴³ S. Błaszczakiewicz, M. Zwiercan: *Opis rękopisu BJ 709, (maszynopis).*

⁴⁴ M. Zwiercan: *Opis rękopisu BJ 715, (maszynopis).*

⁴⁵ *Opis rękopisu BJ 813. Zathej jw. s. 16—17.*

⁴⁶ G. Rosińska: *Opis rękopisu BJ 618, (maszynopis).*

Ut autem facilius componatur chelindrus vel chelindrum fac primo instrumentum gnomonicum de ferro, ligno, vel ex aliquo alio metallo, in tanta longitudine precise sicut chelindrum vis esse)

BJ 584, f. 138v—139r, jw.

Tytuł: De chelindro et eius usu.

Incipit nie wymieniony u Thorndike - Kibre.

2. TRAKTATY O ASTROLABIACH

Ad faciendum astrolabium accipe tabulam de quacumque volueris materia)

BJ 709, k. 172r—175r, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 25.

Ad intelligenciam circularum astrolabii intelligatur stare hoc directe sub equatore in vero centro terre) (nota)

BJ 601, k. 57, rękopis z połowy XV w., znany w Krakowie najpóźniej pod koniec tego stulecia.

Astrolabium ita construitur: accipe tabulas de auricalco ad hoc aptas quarum una ceteris est grossior id est amplior)

BJ 715, k. 31ra—32ra, jw.

BJ 1970, s. 13—24, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 155.

Astrologice speculationis exercitium habere volentibus eius instrumenti ratio naturali quoddam ordine)

BJ 813, k. 174r—178v, jw.

Johannes Hispalensis: Canones de usu astrolabii.

Thorndike - Kibre, kol. 156.

Cum igitur, favente domino, volueris hoc instrumentum componere)

BJ 1915, p. 131—156, początek XV wieku, znany w Krakowie ok. 1420 r.

Thorndike - Kibre, kol. 298, 1576, Sphera solida, traktat przypisywany Accursiusowi z Parmy albo Janowi z Harlebeke, rozpowszechniony także pt. Astrolabium Sphaericum. Wyd. w 1531 roku razem z tekstami Campana (ff. 202v—206r).

Cum per astrolabium volueris scire in quo gradu est Sol quali die anni)

BJ 709, k. 168r—171v, jw.

BJ 1843, k. 237r—240v, Wiedeń i Kraków, połowa XV w.

Thorndike - Kibre, kol. 356. Mâshâ' allâh: Practica astrolabii.

Cum volueris facere astrolabium accipe laminam eris equaliter spissam)

BJ 1843, k. 232r—236v, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 352.

Nomina instrumentorum sunt hec: prima dicitur armilla suspensoria ad capiendum altitudinem)

BJ 715, k. 28v—31r, jw.

BJ 601, k. 57v—60v, jw.

BJ 1915, s. 106—114, pocz. XV w. Znany w Krakowie w latach dwudziestych XV w.

Thorndike - Kibre, kol. 916. Mâshâ' allâh: Practica astrolabii.

Wyd. R. Gunther. Early Science in Oxford, t. 5. Oxford 1929, s. 217—231.

Quamvis de astrolabii compositione tam modernorum quam veterum dicta habentur pulcherrima) Cum ergo volueris astrolabium facere accipe laminam eris vel stanni vel tabulam ligni solidi)

BJ 601, k. 51r—55r, jw.

BJ 613, k. 23v—30v, rękopis powstał w Wiedniu, koniec XIV w. i pocz. XV oraz w Krakowie ok. 1409 r.⁴⁷.

BJ 1844, s. 369—392, jw.

BJ 1859, k. 34v—40v, rękopis krakowski z lat 1447 i 1471.

BJ 1865, s. 301—323, jw.

BJ 1915, s. 1—21, jw.

BJ 1927, s. 137—161, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 1146. Prosdocimo de Beldomandi: Compositio astrolabii et operatio secundum novam et veterem compositionem. Perugia 1477, por. Boncompagni: *Bulletino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, Roma 1855, t. 18, s. 413.

Quia plurimi quandoque ob magnam scriptorum sententiam canones utilitatis astrolabii declarantes intelligi et memorie comendari non potuerunt) Si per astrolabium volueris scire in quo gradu sit Sol)

BJ 609, k. 251r—259r, rękopis z połowy XV w. (Praga?).

BJ 1844, s. 321—339, jw.

BJ 1859, k. 27r—34v, jw.

BJ 1865, s. 325—341, jw.

BJ 1915, s. 21—37, jw.

BJ 1927, s. 168—189, jw.

BJ 1967, s. 133—177, rękopis krakowski z przełomu XV i XVI wieku,

BJ 2252, s. 261a—271b, jw.

BJ 3224, s. 459—549, Kraków, początek XVI w.

Tytuły: BJ 1927, *Canones super astrolabium Ptolomei*.

Thorndike - Kibre, kol. 331, 1228. Prosdocimo de Beldomandi: *De astrolabio canones*. Perugia ca 1477, Lancirianus; Wenecja, Lichtenstein 1512.

Scribitur primo Posteriorum quod in omni sciencia quid nobis presupponitur ut igitur melius habeatur operatio astrolabii seu cognitio terminorum)

BJ 551, k. 56ra—57rb, jw.

BJ 709, k. 168r—171v, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 1414. Mâshâ'alâh: *Canones de astrolabio conficiendo*.

Si per astrolabium vis habere gradum qui est in contactu horizontis introitu Solis in Ariete)

BJ 709, k. 171v—172r, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 47, 1456, (niewielka różnica w brzmieniu incipitu). Christianus de Prachatic(?): *De astrolabio eiusque usu*.

Sideri motus et effectus motuum speculator et dux Ptholomeus inter cetera sui ingenia astrolabium edidit)

BJ 556, k. 122va—123vb, rękopis z drugiej połowy XV w. kopiowany w Rzymie.

Thorndike - Kibre, kol. 1500. Guillelmus Anglicus: *Astrolabium univesale*.

⁴⁷ G. Rosińska: Opis rękopisu BJ 613, (maszynopis).

Tabula stellarum fixarum que ponitur in astrolabio verificata per instrumentum armillarem Parisi.

BJ 601, k. 168v—171r, jw.

Tabula de impositione signorum ad astrolabium.

BJ 613, k. 155v, jw.

Tabula de impositione stellarum ad astrolabium.

BJ 613, k. 155v, jw.

Tabula stellarum fixarum. Iste stelle valent ad astrolabium et ad quadrantem.

BJ 550, k. 53r, rękopis krakowski z lat czterdziestych XV wieku.

Tabula videlicet pro inscripcione dierum mensium ad astrolabium.

BJ 709, k. 181v—184r, jw.

Tres circulos in astrolapsu descriptos, duos, videlicet solsticialem et equinoctialem continue)

EJ 1924, s. 190—193, rękopis z XIII w. znany w Krakowie z końcem XV w.

Tytuł: Demonstrationes Iordani pro astrolapsu.

Thorndike - Kibre, kol. 1538. Campanus [!]: Astrolabium demonstratum.

3. TRAKTATY O KWADRANTACH

Ad faciendum quadrantem pro cuiuscumque rei altitudine sumenda accipe tabulam vel laminam planam ad modum quarte partis circuli)

BJ 1865, s. 323, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 38, 39.

Compositurus novum quadrantem accipe tabulam planam ad similitudinem quarte partis circuli factam)

BJ 584, k. 141r—143r, jw.

BJ 601, k. 55r—57, jw.

BJ 609, k. 244r—246r, jw.

BJ 709, k. 178r—180r, jw.

BJ 715, k. 36va—38ra, jw.

BJ 1844, s. 340—345, jw.

BJ 1865, s. 349—355, jw.

BJ 1927, s. 162—167, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 241. Profatius Judaeus (znany również pod nazwiskiem Jakub ben Mahir ibn Tibbon): Compositio novi quadrantis.

Cum volueris mensurare longitudinem alicuius plani cum quadrante)

BJ 601, f. 61r—61v, jw.

Tytuł: De planimetria que est secunda pars mensuracionis per quadrantem et primo per longum.

Thorndike - Kibre, kol. 354.

Huc tractatus divisus est in 10 capitula et primo sciendum est quod in fine istius instrumenti, scilicet in limbo sunt gradus equinoctiales) Capitulum primum de dispositione quadrantis et de expositione linearum et circulorum ipsius)

BJ 1970, s. 183—205, jw.

Incipit nie podany u Thorndike - Kibre.

Nunc autem dicendum est de mensurationibus ex quadrante in astrolabio vel extra.
BJ 601, k. 60v—61r, jw.

'Tytuł: De mensurationibus quadranti in astrolabio sive extra liber secundus feliciter incipit.

Thorndike-Kibre, kol. 414.

Scire debes quod circulus Solis duas habet medietates)

BJ 566, k. 43v—45r.

Thorndike-Kibre, kol. 1405. Johannes Campanus: Quadrans.

Utilitates novi quadrantis breviter et lucide colligere utile mihi visum est)

BJ 551, k. 42v—44r, jw.

BJ 583, k. 155r—147r, jw.

BJ 609, k. 259va—262va, jw.

BJ 640, k. 229va—232vb, rękopis z roku 1419 i z połowy XV w.⁴⁸

BJ 709, k. 175r—177v, jw.

BJ 715, k. 34va—36va, jw.

BJ 1844, s. 345—352, jw.

BJ 1856, s. 356—363, jw.

BJ 1927, s. 189—197, jw.

Thorndike-Kibre, kol. 1627. Johannes Eligerus de Gundersleuen. De utilitate quadrantis.

4. TRAKTATY O EKWATORIACH PLANET

Ad constituendum figuram in qua faciliter invenitur vera coniunctio Solis et Lune)

BJ 1865, s. 343—345 (brak jednej karty), jw.

BJ 1927, s. 426, jw.

Thorndike-Kibre, kol. 34. De instrumento ad inveniendam veram coniunctionem vel oppositionem Solis et Lunae.

In nomine Domini manentis in excelso incipiam compositionem et declarationem instrumenti theorice Campani. Volo igitur in hoc opusculo declarare qualiter hoc instrumentum Campani denominat qualiterque loca planetarum)

BJ 575, k. 222ra—227ra, rękopis krakowski z połowy XV w.

BJ 613, k. 63r—71r, jw.

Thorndike-Kibre, kol. 722.

Quia nobilissima sciencia astronomie non potest bene sciri neque compleri nisi cum instrumentis debitis, propter quod necessarium fuit componere instrumenta)

BJ 546, k. 72r—78v, kopiowany w Krakowie, lata dwudzieste XV w.

BJ 555, s. 21a—24b, kopiowany w 1453 r. przez Jana Zmorę z Leśnicy w Perugii a następnie przewieziony do Krakowa⁴⁹.

BJ 557, k. 10vb, kopiowany w 1456 r. w Krakowie⁵⁰.

Thorndike-Kibre, kol. 1224. Johannes de Linneris: *Abbreviatio equatorii Johannis Campani*. Wyd. J. D. de Solla Price: *The Equatorie of the Planetis*. Cambridge 1955, s. 188—196.

⁴⁸ M. Zwiercan: Opis rękopisu BJ 640, (maszynopis).

⁴⁹ M. Zwiercan: Opis rękopisu BJ 555, (maszynopis).

⁵⁰ M. Zwiercan: Opis rękopisu BJ 557, (maszynopis).

Radices ad meridianum Cracoviensem Anno Domini 1420 completo et valent ad iabulas sequentes pro instrumentis Campani. (Tabula radicum).

BJ 602, k. 87v, rękopis napisany w Krakowie w latach między 1420—1430.

6. TRAKTATY O INSTRUMENTACH RÓŻNYCH

Celestium siderum varios multiplicisque decursus)

BJ 577, k. 1r—73v, kopiowany w Krakowie, początek XVI w.

BJ 589, k. 221r—246v, kopiowany w Krakowie 1494/1495 r.

Thorndike - Kibre, kol. 198. Johannes de Dondis Patavinus: Astrarium.

In compositione horologii premittenda sunt)

BJ 551, k. 44v—49r, jw.

(Budowa zegara mechanicznego).

Thorndike - Kibre, kol. 667.

Instrumentum ad capiendum altitudinem Solis et stellarum et ad observaciones faciendas construere, fac tres planas regulas de ligno)

BJ 551, k. 59ra—59rb, jw.

BJ 618, s. 29a—29b, jw.

BJ 715, k. 5, jw.

(Traktat ten bywa włączany do Jana z Linneris: Canones in tabulas primi mobilis, jako rozdz. 9).

Thorndike - Kibre, kol. 752.

Instrumentum ad capiendum altitudinem Solis et stellarum et observaciones faciendas constituere, quoddam ligneum vel ferreum)

BJ 551, k. 58vb—59ra, jw.

BJ 575, k. 235ra, jw.

BJ 618, k. 28a, jw.

(Traktat ten bywa w rękopisach włączany do Jana z Linneris: Canones primi mobilis, jako rozdz. 8).

Thorndike - Kibre, kol. 752.

Speram solidam sic complebis querendo primo per circinum precisam quartam)

BJ 1970, s. 33, jw.

BJ 715, k. 39va—39b, jw.

Thorndike - Kibre, kol. 1525.

Si quis velit componere artificialiter baculum Jacob, accipe virgam quinque vel sex pedum)

BJ 1968, k. 11v, rękopis krakowski z końca XV w., częściowo autograf Macieja z Miechowa⁵¹.

Thorndike - Kibre, kol. 26, 1462.

⁵¹ S. K a b a j: Opis rękopisu BJ 1968, (maszynopis).

COPERNIC ET LES TRADITIONS DE L'ÉCOLE ASTRONOMIQUE DE CRACOVIE
LA CONNAISSANCE DES INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES A CRACOVIE AU
XV^e SIÈCLE

RÉSUMÉ

Les traités concernant la construction et l'emploi des instruments astronomiques étaient connus à Cracovie dès l'année 1367 (trois ans après la fondation de l'Université par le roi Casimir le Grand). Dans les manuscrits qui ont servi à l'Université de Cracovie au cours du XV^e siècle et qui sont conservés à la Bibliothèque Jagiellone, nous trouvons sept descriptions différentes de la construction de l'astrolabe (y compris *safea*), six versions des *Canones de usu astrolabii* et trois versions du cadran avec les trois espèces des *canones*. Au moins deux façons de construction de *l'equatorium planetarum* étaient connus à Cracovie et deux d'un instrument „Soleil-Lune”. Les descriptions les plus variées concernent la construction des instruments gnomoniques: de l'horloge primitive jusqu'à diverses horloges horizontales et verticales avec les gnomons parallèles à l'axe de la Terre. Huit différents traités concernent les horloges cylindriques.

A part ces traités, nous avons découvert dans les cours donnés à la chaire d'astronomie des indications des professeurs cracoviens concernant la construction et l'emploi des instruments. A titre d'exemple nous avons choisi les cours de Martin de Żurawica dit Rex (notamment *Summa super tabulas* et traité *Motus astrorum girantium...* de 1444/5 conservés dans le Ms BJ 1927).

Martin Rex se réfère aux instruments suivants: cadran *vetus*, cadran avec almuri, astrolabe, *radius astronomicus*, albion, équateur des planètes, instrument „Soleil-Lune” et l'instrument *pro equacione duodecim domorum*.

Comme la simplicité des descriptions des instruments astronomiques contenues dans le *De revolutionibus* ne permet pas de trouver des analogies entre les instruments qui servaient à Copernic et ceux de Peurbach et Regiomontanus, nous avons essayé de comparer la description du cadran faite par Copernic avec celle faite par Martin Rex de Żurawica. Il s'agit évidemment d'instruments différents, mais ce qui nous intéresse ici c'est l'analogie entre les deux descriptions quant à la technique de la production des instruments. Il nous paraît évident que Copernic était avant tout un héritier de cette tradition dans le domaine de la construction des instruments astronomiques, par laquelle il fut formé durant ses études à Cracovie.