

Stanisław

MRÓWCZYŃSKI

Wyprawa do Nowego Świata będąc przejawem ogromnej odwagi, fantazji i wytrwałości Krzysztofa Kolumba była jednocześnie przedsięwzięciem wynikającym ze stanu ówczesnej wiedzy, możliwym dzięki osiągniętemu poziomowi techniki i sztuki żeglarskiej.

Przez długie lata Kolumb poszukiwał argumentów na rzecz swego zamysłu dotarcia do Indii drogą wiodącą z Europy na zachód. Marginesy swej ulubionej książki *De Imagine Mundi* (*Obraz Świata*) Pierre'a d'Ailly'ego (Piotra z Aliaco), z którą nie rozstawał się przez długie lata, pokrył kilkuset uwagami świetnie dokumentującymi tok jego myśli. I tak w pewnym miejscu Kolumb pisze: *Ziemia to sfera kulista*. Ta zasadnicza przesłanka dla całego przedsięwzięcia była już dobrze ugruntowanym poglądem wśród wykształconych elit owego czasu. Drugą przesłankę Kolumb formułuje w notatce: *Kraniec zamieszkałej ziemi na wschodzie i kraniec zamieszkałej ziemi na zachodzie są dostatecznie bliskie, a pośrodku małe morze*. Ciekawe, że ta opinia była od czasów starożytnych bardzo rozpowszechniona. Była ona częścią teorii, zgodnie z którą na naszej planecie jest jednolity ląd – Eurazja z Afryką (wykluczano istnienie innych kontynentów) obmywany ze wszech stron oceanem. Ptolemeusz uważał, iż szerokość ładu jest równa szerokości oceanu, ale przeważał pogląd, że ląd zajmuje dużo więcej miejsca niż ocean. Z faktu, że słońce żyją w górach Atlasu i w Indiach, wyciągano wniosek o bliskości tych miejsc.

Kilka marginesów pokazuje, że Kolumb próbował ocenić, jaka jest szerokość oceanu. Punktem wyjścia do jego rozważań było stwierdzenie grecko-syryjskiego geografa z I w.n.e., Marinosa z Tyru, że spośród 360° obwodu Ziemi na ląd przypada 225°, a na ocean 135°. Kolumb zmniejszył ową liczbę o 58° argumentując, że w czasach Marinosa Azja kończyła się gdzieś na (dzisiejszym) Półwyspie Malajskim, Marco Polo zaś, którego *Opisanie Świata* słynny genueńczyk pilnie studiował, przesunął granicę poznanego świata do Chin, a później do Japonii. Nieznany ocean na zachodzie rozpoczynał się zaś na Wyspach Kanaryjskich, więc Kolumb odjął dalsze 9° i w ten sposób otrzymał kątową odległość do przepłynięcia

Dzieło Kopernika *De Revolutionibus* było już omawiane i komentowane przez niezliczonych autorów, coż może zatem tu dodać nasze pismo? Jeszcze jednego artykułu pochwalnego chyba nie warto pisać, tymczasem niepodobna się tego ustrzec pisząc o dziele naprawdę epokowym. Znaczenie tego dzieła jest bowiem bezsporne: nie tylko podawało światu nową prawdę (jak czynią wszystkie prace przyczynkowe), ale prawda ta była największej wagi, samo zaś dzieło stało się inspiracją dla wielu badaczy żyjących po Koperniku (a tego już prace przyczynkowe nie zapewniają).

Ruchy planet na niebie śledzone były od kilku tysięcy lat i na podstawie tych obserwacji powstał ptolemeuszowski model Układu Słonecznego. Model ten niezłe spełniał swoje zadanie, tzn. pozwalał na obliczanie przyszłych położeń planet, a ponadto w razie wykrycia niezgodności z obserwacjami mógł być łatwo poprawiony przez dodanie nowych epicykli. W rezultacie ogół astronomów właściwie nie czuł potrzeby zmiany uświęconego naukową i religijną tradycją światopoglądu. Dlaczego więc do tej zmiany wreszcie doszło?

Wydaje się, że wszelkie sądy na ten temat zawierają się między dwiema skrajnościami. Jedni mówią tu o geniuszu Kopernika, który bezpardonowo obalił tak – zdawałoby się – niewzruszony pogląd na centralną pozycję Ziemi, podczas gdy inni twierdzą, że Kopernik jedynie stworzył nową hipotezę inaczej interpretującą dostępne wówczas dane obserwacyjne. Cały kłopot w tym, że – moim zdaniem – prawda nie leży tu pośrodku, lecz obejmuje obie te skrajności. Kopernik był geniuszem, ale niezwykle ostrożnym, krytycznym dla siebie i obawiającym się konsekwencji swojej pracy, zarazem rzeczywiście przeniesienie początku układu odniesienia z Ziemi do Słońca nie jest z obecnego punktu widzenia niczym nadzwyczajnym, a jednak wówczas spowodowało jedną z najdramatyczniejszych rewolucji w nauce.

Obserwacje to rzecz święta; jeżeli wykonane są poprawnie, można się z nimi tylko pogodzić. I takie właśnie obserwacje dziennego obrotu nieba i zawitych ruchów planet na niebie były dostępne całej społeczności piętnastowiecznych astronomów. Jednak dopiero Kopernik dobitnie wyraził, że dobowy obrót nieba musi być złudzeniem i że to Ziemia musi się obracać. Wszyscy też widzieli, że składając (według ówczesnego kanonu) ruch planet z ruchów kołowych, trzeba było zastosować tzw. główny epicykl o rozmiarach jednakowych dla wszystkich planet. Jednak znowu dopiero Kopernik zauważył i nie zawahał się jawnie stwierdzić, że przecież może to być odbiciem ruchu Ziemi wokół Słońca. Inaczej mówiąc, obserwujemy planety z ruchomej Ziemi, więc jej ruch musi modyfikować własny ruch planet na niebie. Te banalne dla nas wnioski z oczywistej zasady względności ruchów były w owym czasie rewelacją i pociągały za sobą daleko idące skutki. Bo skoro Ziemia jest jedną z planet, to cały mistyczny podział na „świat ziemski” i „świat niebieski” traci sens, świat staje się w jakimś sensie jednolity. Sfera gwiazd stałych staje się niemal zbędna, w szczególności odpada konieczność przypisywania jej jakichkolwiek ruchów. Odtąd może ona stanowić jakieś ogromne, niezmiennie i o nie znanej na razie naturze otoczenie Układu Słonecznego. Nawiasem mówiąc, brak paralaktycznych przesunięć gwiazd na niebie (w każdym razie mierzalnych), co przecież byłoby koronnym dowodem słuszności modelu heliocentrycznego, Kopernik z całym spokojem i wbrew panującym wówczas opiniom tłumaczył ogromną odległością gwiazd. I okazuje się, że miał rację! – pierwsze paralaksy gwiazd zostały zmierzone dopiero w XIX w. za pomocą przyrządów w jego czasach jeszcze nie istniejących.

Kopernik nie ograniczył się do wypowiedzenia swoich przekonań, lecz na podstawie swojej – formalnie – hipotezy (nie mógł „udowodnić” centralnej pozycji Słońca, gdyż nie istniała wtedy jeszcze dynamika) wysnuł szereg wniosków, czyniąc ją przez to teorią. Np. wynikające z jego heliocentrycznego modelu stosunki rozmiarów deferentów planet do ich głównego epicyklu zinterpretował jako – mówiąc dzisiejszym językiem – rozmiary orbit planetarnych wyrażone w jednostkach astronomicznych, uzyskując świetną zgodność z rzeczywistością. W odniesieniu do Księżyca wykazał, że stosunek jego najmniejszej odległości od Ziemi do największej wynosi 0,76 (w rzeczywistości 0,88), podczas gdy według Ptolemeusza stosunek ten – wbrew oczywistym faktom – wynosił 0,52.

Oprócz samych rozważań merytorycznych Kopernik umieścił w swoim dziele szereg uwag metodologicznych. Tak np. przestrzegał przed budowaniem teorii opartej na zbyt dowolnie przyjmowanych założeniach. Nie da się wprawdzie mechanicznie oddzielić zawczasu założeń „zbyt dowolnych” od dobrych, ale sprawdzianem poprawności badań zawsze będą wypływające z nich wnioski. Powiedzielibyśmy dziś, że ta nauka jest dobra, której przewidywania potwierdzają się w obserwacjach – jest to zasada dla nas tak oczywista, że niemal się o niej nie mówi. Jeszcze jedną tego rodzaju świętą zasadą jest dla Kopernika konieczność logicznego rozumowania. Skutki jej stosowania mogą być przeogromne. Weźmy bowiem taki przykład. Wysokość bieguna niebieskiego zależy od szerokości geograficznej obserwatora – stąd wniosek, że Ziemia jest kulista. Dalej, gwiazdy leżące na równiku niebieskim tyle samo czasu spędzają nad horyzontem, co pod nim – stąd wniosek, że gwiazdy (przynajmniej te właśnie) znajdują się bardzo daleko w porównaniu z rozmiarami Ziemi. A stąd wniosek końcowy: rozsądniej jest przypisać ruch obrotowy małej Ziemi niż nie wiadomo jak wielkiej „sferze gwiazd”. Wreszcie niebagatelnym argumentem za słusznością nowej teorii była według Kopernika (i jemu współczesnych) jej „harmonijność”, doskonalsza niż w teorii geocentrycznej. Okazało się mianowicie, że im dłuższy jest czas obiegu planety (oczywiście, wokół Słońca), tym obszerniejsza jest jej orbita – taka prawidłowość w modelu geocentrycznym nie miała szans się ujawnić.

Nie należy zapominać też o niedostatkach pracy Kopernika. Wspominaliśmy już, że nie zdobył się na zrezygnowanie z deferentów i epicykli, czyli z tradycyjnej metody składania ruchów jednostajnych po kołach. Trzeba jednak pamiętać, że służyło to opisowi ruchu planet, czyli kinematyce, bez wnikania w przyczyny takiego właśnie ruchu. Z tradycji tej zrezygnował dopiero Kepler odkrywając ruch po elipsie, też zresztą metodą prób i błędów. Również jednostkę astronomiczną Kopernik oceniał bardzo fałszywie. Według niego Słońce znajdowało się 20 razy dalej niż Księżyc (w rzeczywistości 400 razy dalej), nie miało to jednak większego znaczenia dla jego teorii ruchów planet, gdzie istotne są stosunki rozmiarów ich orbit.

Nie ma potrzeby dowodzić, że nawet na tle epoki, która wydała wielu wybitnych ludzi, Kopernik jest postacią należącą do najwybitniejszych. Jak każde odkrycie astronomiczne, tak i jego dzieło nie miało wielkiego wpływu na codzienne życie szarych ludzi, ale na sposób myślenia ówczesnych elit miało wpływ ogromny. Taka pozornie błahostka, jak zmiana układu odniesienia, spowodowała niesłychany ferment w nauce, stała się przyczyną, dla której jedni robili kariery, inni ginęli, i jeszcze niemal 150 lat upłynęło, zanim model heliocentryczny uzyskał potwierdzenie ze strony dynamiki i walka o nowy system świata ustała.

Tomasz KWAST

równą 68°. W rzeczywistości odległość między kanaryjską wyspą Ferro i Tokio wynosi 202° 13'.

Już w III w. p.n.e. grecki geograf Eratostenes ocenił 1° szerokości jako 700 stadionów. Przyjmując długość stadionu jako 160 m otrzymujemy dla 1° rzeczywistą wielkość około 110 km. Kolumb wiedział, że po Eratostenesie podobne pomiary wykonał w IX w. n.e. arabski geograf Al-Farghani otrzymując dla 1° szerokość 56  $\frac{2}{3}$  mili arabskiej, która równa jest 1973 m. W swoich obliczeniach Kolumb przyjął milę włoską równą 1480 m zamiast arabskiej i znalazł długość do przepłynięcia

$$68 \times 56 \frac{2}{3} \times 1,48 = 5710 \text{ km.}$$

Liczba ta stała się podstawą planów wielkiej wyprawy, choć trzeba powiedzieć, że budziła wątpliwości już u współczesnych. Gdyby Kolumb znał rzeczywistą odległość między wyspą Ferro a Tokio, która wynosi 19042 km, nie ruszyłby zapewne na nieznaną ocean.

Przedstawione argumenty, choć częściowo błędne, miały charakter całkowicie racjonalny. Ale Kolumb był człowiekiem Średniowiecza i wiary od widzy ściśle nie oddzielał, więc uzasadnienia dla swego zamysłu szukał również w tekstach filozofów i proroków. Na marginesie *Medei* Seneki zapisuje hiszpańskie, nieco dowolne tłumaczenie kilku wersów rzymskiego poety: *Nastaną na świecie czasy, kiedy Ocean osłabi więzi rzeczy i odstąpi się wielka ziemia, i nowy żeglarz, podobny temu, który wiódł Jazona i nosił imię Tifis, odkryje nowy świat, a wtedy wyspa Tile nie będzie ostatnią z ziem.*

W apokryficznym, czwartej księdze *Ezdrasza* znajduje się natomiast potwierdzenie sądu o małości oceanu: *A trzeciego dnia rozkazateś się wodom zebrać na siódmą część Ziemi, a sześć części osuszysz zachowateś (...).*

\* \* \*

W wiekach XIV i XV technika budowy statków, wiedza i sztuka żeglarska poczyniły znaczne postępy. Dzięki nim oceaniczny rejs nie był pomysłem szaleńca, lecz całkiem realnym przedsięwzięciem.

Po Morzu Śródziemnym od czasów starożytnych pływały statki wiosłowe z żaglami używanymi jedynie przy sprzyjających wiatrach. Kombinacja żagli i wiosel była całkowicie zadowalająca, dopóki żegluga odbywała się w rejonach przybrzeżnych, gdzie łatwo można było zdobyć wodę i żywność dla wieloosobowych załóg wiosłarzy. Od początku XIV w.