

ZENON EUGENIUSZ ROSKAL
Lublin

MODEL ŚWIATA DWUSFERYCZNEGO W KOSMOLOGII ARYSTOTELESA

W ramach szeroko rozumianej współczesnej filozofii nauki bada się zarówno zagadnienia związane z dynamiką nauki (liniowość, ciągłość, kumulatorywność, postęp), jak i problemy wyrosłe z różnych interpretacji wiedzy naukowej (realizm, antyrealizm). Jak się powszechnie przyjmuje, analizy historyczne nie mogą być konkluzywne dla poszczególnych stanowisk filozoficznych, ale mogą te stanowiska dobrze ilustrować. Ciągłe bardzo dużo kontrowersji¹ na gruncie filozofii nauki pojawia się w związku z różnymi ujęciami przełomowych okresów w historii nauki. W szczególności dotyczy to tzw. rewolucji kopernikańskiej², ale również okresów wcześniejszych, m.in. procesu kształtowania się arystotelesowskiej kosmologii³, która z racji opozycji, jaką tworzyła do kosmologii kopernikańskiej, staje się kluczowa dla zrozumienia pojęciowych zmian mających miejsce w nauce XVII w. Jednym z nie kwestionowanych obecnie osiągnięć kuhnowskiej filozofii nauki jest zniesienie ostrej dychotomii faktów i teorii. Według tej filozofii nauki z jednej strony przekonanie, że obserwacje astronomiczne mogą być konkluzywne dla systemów kosmologicznych, należy do najstarszych tradycji filo-

¹ Problem dodatkowo jest komplikowany w związku z ciągle otwartym zagadnieniem demarkacji wiedzy naukowej.

² Monografia Kuhna [44] w dalszym ciągu stanowi przedmiot żywego zainteresowania i licznych komentarzy. Por. [37]; [38]; [73]; [31].

³ Literatura dotycząca bezpośrednio lub pośrednio tego zagadnienia jest niezmiernie bogata. W jej skład wchodzi klasyczne już dziś pozycje (por. m.in. [32]; [13]; [41]; [69]; [24]; [52]; [42]; [7]), jak i prace powstałe w ostatnich latach (por. m.in. [56]; [22]; [71]; [40]; [49]; [5]; [14]; [11]; [35]; [28]; [34]).

zofii europejskiej, ale równocześnie z drugiej strony same nie zinterpretowane obserwacje nie dają żadnych wiążących przekonań co do konfiguracji ciał niebieskich ani – tym bardziej – co do ich wzajemnych odległości i ruchu. Schematem interpretacyjnym pozwalającym przełożyć wyniki bezpośrednich obserwacji astronomicznych na tezy kosmologiczne był, skonstruowany w głównych zarysach już na początku V w. prz. Chr., ale rozwinięty dopiero w połowie IV w. prz. Chr., model świata dwusferycznego. Pojawił się on w nauce greckiej w wyniku odkrycia, iż rzeczywisty kształt Ziemi (wbrew temu, co mówią zmysły) jest kulisty, oraz naukowej (astronomicznej) akceptacji (zgodnego ze świadectwem zmysłów) kulistego kształtu nieba. Swoją nazwę model ten zawdzięczał dominującej roli dwu sfer – sferze Ziemi i sferze gwiazd stałych. I chociaż w ramach tego modelu występowały także inne sfery, to w nazwie pozostały te dwie. Jako pierwsi założenia modelu dwusferycznego wyeksplikowali pitagorejczycy i eleaci. Następnie niektóre tezy kosmologiczne uszczegółowił Platon (427-348 prz. Chr.), ale najpełniej kosmologiczne implikacje wersji opracowanej przez Eudoksosa z Knidos (ok. 408 - ok. 355 prz. Chr.) oraz jego uczniów: Polemarcha (ok. 395 - ok. 320 prz. Chr.) i Kallipposa (ok. 370 - ok. 300 prz. Chr.) rozwinął Arystoteles (384/383-322 prz. Chr.).

Celem artykułu jest zarysowanie wczesnych ujęć modelu świata dwusferycznego, ze szczególnym uwzględnieniem wpływów i wzajemnych zapożyczeń centralnych idei leżących u jego podstaw oraz dyskusja pewnych wyselekcjonowanych aspektów tego modelu w kosmologii Arystotelesa. Zgodnie z powyższym schematem artykuł dzielimy na dwie części. W części pierwszej (wstępnej) zostanie ukazany proces formułowania głównych tez modelu dwusferycznego oraz jego aplikacje w kosmologii, w części drugiej (zasadniczej) będzie przedyskutowana wieloaspektowa obecność modelu świata dwusferycznego w kosmologii Arystotelesa.

I. GŁÓWNE UJĘCIA MODELU ŚWIATA DWUSFERYCZNEGO W KOSMOLOGII PRZEDARYSTOTELESOWEJ

Podstawowym źródłem koncepcji świata dwusferycznego było odkrycie, że Ziemia ma kształt kuli. Tradycyjnie odkrycie tej tezy przypisuje się Parmenidesowi z Elei (ok. 540 - ok. 450 prz. Chr.). On też miał odkryć, że Księżyc świeci światłem odbitym, pochodzącym od Słońca. Czym innym jest

jednak odkrycie jakiejś tezy (nawet bardzo doniosłej), a czym innym jej uzasadnienie. Argumentacja Parmenidesa za kulistym kształtem Ziemi w całości opiera się na jego koncepcji bytu i nie zawiera elementów rozumowania matematycznego, które pojawia się dopiero u pierwszych pitagorejczyków⁴. Przypuszczenie, że horyzont jest tylko złudzeniem perspektywicznym, a prawdziwy (kulisty) kształt Ziemi może być jedynie „ogładany” myślą matematyczną, zawdzięczamy właśnie pitagorejczykom. Oni to bowiem, według świadectwa Arystotelesa (*Metafizyka*, 985b, 989b), „pierwsi zajmujący się naukami matematycznymi, nauki te rozwinęli, a zaprawiwszy się w nich, sądzili, że ich zasady są zasadami wszystkich rzeczy. [...] mówią o zasadach

⁴ Należy odróżnić wczesną szkołę pitagorejską, skupioną wokół na wółlegendarnej postaci Pitagorasa (ok. 570 - ok. 496 prz. Chr.), od późniejszej szkoły neopitagorejskiej z okresu wczesnego cesarstwa rzymskiego. Do pierwszych pitagorejczyków należeli m.in.: 1) Filolaos z Krotony (ok. 480 prz. Chr.), który wielokrotnie podkreślał, że możemy poznać tylko to, co da się wyrazić za pomocą liczb (por. [68]); fragmenty jego głównego dzieła (*O naturze*), w którym głosił tezę o pokrewieństwie Słońca, Księżycy i Ziemi, przechowane zostały m.in. we wczesnośredniowiecznej kompilacji Stobajosa (ok. 450) (tł. łac. *Eclogae physicae et ethicae*, ks. I, fr. 21) oraz w dziełach doksograficznych Aetiusa (ok. 100) i Plutarcha (50-120); 2) Archytas z Tarentu (ok. 380 prz. Chr.), znany z przypisywanego mu falsyfikatu pt. Περὶ ψυχῆς κόσμου καὶ φύσεως, którego fragmenty można znaleźć w komentarzu Porfiriusza (ok. 234 - ok. 303) (tł. łac. *In Ptolemei Harmonica commentaris*, fr. 236 – por. [2, s. 127-135]), zajmował się przede wszystkim arytmetyką i akustyką (rozróżnienie proporcji harmonicznyc, arytmetycznych i geometrycznych), jako pierwszy miał też rozwiązywać problemy mechaniki z wykorzystaniem matematyki, znany również jako nauczyciel matematyki Eudoksosa z Knidos; 3) Alkmaion z Krotony (ok. 480 prz. Chr.), który m.in. w pracy pt. Περὶ φύσεως świadomość i uczucia umieszczał w mózgu, a nie w sercu, jak czyniła to większość jemu współczesnych; znana jest też jego sensualistyczna teoria poznania oraz podstawy embriologii. O wczesnych pitagorejczykach pisze Arystoteles w *Metafizyce* (ks. I, rozdz. 5, fr. 985b-987a, 989b-990a; ks. VII, rozdz. 11, fr. 1036b; ks. XIII, rozdz. 6, fr. 1080b, 1083b). Do późnych pitagorejczyków (neopitagorejczyków) zaliczamy: 1) Aleksandra Polihistora z Miletu (ok. 105 - ok. 50 prz. Chr.), którego wielka spuścizna literacka, aczkolwiek o charakterze kompilacyjnym i bez ambicji naukowych, stanowiła materiał źródłowy dla późniejszych autorów greckich – m.in. Pauzaniaza (ok. 115 - ok. 180) i rzymskich – m.in. Owidiusza (43 prz. Chr. - 18/17 po Chr. – w szczególności dotyczy to dzieł geograficzno-etnologicznych, historycznych, krytycznoliterackich i historycznofilozoficznych; 2) Nigidiusa Figulusa (zm. ok. 45 prz. Chr.), zaprzyjaźnionego z Cyce-ronem i bardzo silnie interesującego się astrologią, magią i wróżbiarstwem, który miał duży wpływ na rozwój filozofii dzięki swojej teorii nadprzyrodzonego pochodzenia umysłu ludzkiego; 3) Apolloniosa z Tyany (ok. 50), gnostyka i podróżnika po Dalekim Wschodzie; 4) Moderatosa z Gades, który przyjmował system liczbowy za jedyny język zdolny do ujmowania rzeczywistości pozazmysłowej; 5) Numeniosa z Apamei (ok. 70), który filozofię sprowadzał do wiedzy tajemnej, a obok Pitagorasa za najwyższy autorytet uważał Platona, oraz 6) Nikomachosa z Gerazy (ok. 140), który liczby uważał za prawzory wszechrzeczy, istniejące odwiecznie w umyśle Bożym, przypisywał też mistyczny sens liczbowej dziesiątce.

i elementach w zupełnie innym sensie niż filozofowie przyrody (a to z tego powodu, że nie przyjęli ich na podstawie postrzeżeń zmysłowych; przedmioty matematyczne bowiem, z wyjątkiem astronomicznych, zaliczają do bytów nieruchomych); a jednak wszystkie ich dyskusje i dociekania odnoszą się do przyrody”. Już na podstawie tych fragmentów można wnosić, że pitagorejczycy zakwestionowali świadectwo zmysłów i nadbudowany nad nim obraz przyrody w imię obiektywno-racjonalnych dociekań, połączonych ze zrjonalizowaną w sferze praktycznej działalności społeczno-politycznej warstwą mitologiczną⁵. W efekcie uzyskali szereg tez kosmologicznych zupełnie niezgodnych ze świadectwem zmysłów (m.in. tezę o kulistym kształcie Ziemi, tezę o harmonii gwiazd czy tezę o istnieniu pozaświatowej próżni). Wcześni pitagorejczycy przyjmowali za Anaksymandrem⁶, że ciała niebieskie są kulami pełnymi ognia, który uchodzi z nich otworami. Ziemi przypisywano kształt kulisty⁷, a odkrycie tego faktu przypisywano Pitagorasowi. Jednakże

⁵ Pitagorejskie ujęcie matematyzacji przyrody różni się jednak zasadniczo od postulatu matematyzacji przyrody wysuniętego na gruncie nowożytnego matematycznego przyrodoznawstwa. O ile to pierwsze prawie w zupełności ogranicza się do prowadzenia jałowych spekulacji liczbowych (interpretacje liczbowe wszystkich aspektów rzeczywistości przyrodniczej), to drugie ujęcie, poprzez powiązanie empirycznie dostępnych fragmentów rzeczywistości z ich reprezentacją liczbową, doszukuje się prawidłowości matematycznych (np. zależności funkcyjnych) w tych danych liczbowych. Należy również pamiętać, że pitagorejczycy nie dysponowali abstrakcyjnym pojęciem liczby, wręcz przeciwnie – liczby pojmowali sensualistycznie i geometrycznie. Odczytywanie w deklaracjach pitagorejczyków współczesnych intuicji matematyzacji przyrody jest takim samym anachronizmem, jak zadawane już przez Arystotelesa (*Metafizyka*, ks. XIV, fr. 1092a-1093b) pytanie: czy liczba jest przyczyną formalną czy materialną? (resp. sprawczą czy celową?). Jednakże z koncepcji pitagorejczyków wynikały konsekwencje w postaci odrzucenia jakościowego obrazu świata na rzecz ilościowego obrazu świata i tym samym ułatwienia w przyjmowaniu w filozofii przyrody tez niezgodnych z danymi bezpośredniego doświadczenia zmysłowego (jakościowym obrazem świata). Por. [26, s. 77-86]; [17, s. 6 n.].

⁶ Por. [14, s. 160]; [41].

⁷ Empedoklesa (ok. 490 - ok. 430 prz. Chr.) i Anaksymenesa (ok. 585 - ok. 528 prz. Chr.) teorie płaskiej Ziemi, Leukipposa (ok. 480 prz. Chr.) i Demokryta (ok. 460 - ok. 350 prz. Chr.) teorie Ziemi w kształcie bębna, Heraklita (ok. 544 - ok. 484 prz. Chr.) teorie Ziemi w kształcie niecki, Anaksymandra (ok. 610 - ok. 547 prz. Chr.) teorie Ziemi w kształcie walca oraz Ksenofanesa (ok. 569 - ok. 477 prz. Chr.) teorie Ziemi w kształcie korzenia zostały skrytykowane przez Arystotelesa w traktacie *O niebie* (ks. II, rozdz. XIII-XIV, fr. 294a, 298a, tł. P. Siwek, Warszawa 1980) oraz w późniejszej kompilacji z okresu wczesnego cesarstwa rzymskiego *Historia naturalis* (ks. II, fr. 161-164, 177-181) autorstwa Pliniusza (ok. 23-79). Argumenty Pliniusza, uzupełnione jedynie o dodatki prowadzące do koncepcji idealnej kulistości Ziemi, a pochodzące prawdopodobnie od Mikołaja Kuzańczyka (1401-1464), powtórzy w *De Revolutionibus* (ks. I, rozdz. III) Mikołaj Kopernik (1473-1543). Por. [6, s. 10-14].

zarówno sam Pitagoras, jak i jego bezpośredni uczniowie byli zwolennikami geocentrycznego systemu świata. Według świadectwa Arystotelesa (*O niebie*, ks. II, rozdz. XIII, fr. 293a) dopiero późniejsi pitagorejczycy głosili tezę, że „Ziemia jest jedną z gwiazd”⁸, wypierając tym samym Ziemię z centrum świata, a na jej miejscu osadzając centralny ogień⁹.

⁸ Zazwyczaj głoszenie tej tezy przypisuje się Filolaosowi, aczkolwiek niewątpliwie została ona sformułowana wcześniej, a Filolaos jedynie przekazał ją wraz z innymi tezami pitagorejskimi w bardzo poczytnym w okresie klasycznego antyku dziele pt. *O naturze*. Wczesne średniowiecze zapoznało się z tą tezą za pośrednictwem komentarza Chalcydiusza (ok. 320 n.e.) do Timajosa. Por. [72, s. 166]; [46, s. 53, 58, 104]; [1]; [13]. W późniejszym średniowieczu teza ta była znana głównie z traktatu kosmologicznego Arystotelesa pt. *O niebie*. W okresie wzmózonej recepcji filozofii Arystotelesa w XII i XIII w. wielokrotnie tłumaczono ten traktat. W tłumaczeniu Alberta Wielkiego (1193-1280) teza ta brzmi: „terra est una ex stellis”, w tłumaczeniu Michała Szkota (ok. 1180-ok. 1235): „terra est stellarum una”, natomiast w tłumaczeniu Wilhelma z Moerbecke (ok. 1215 - ok. 1286): „terram autem unam astrorum existentem”. Por. [45, s. 234 n.]; [51, s. 56-61].

⁹ Polemikę z pitagorejczycami rozpoczął już Arystoteles, doprowadzając do zrelatywizowania pojęcia „centrum”. Według niego (*O niebie*, ks. II, rozdz. XIII, fr. 293b) powinniśmy rozróżnić środek (centrum) lokalny (geometryczny) i środek logiczny (pojęciowy). Równocześnie sformułował zasadę, która faktycznie jest transpozycją na język systemu Arystotelesa pitagorejsko-platońskiej „zasady”, w myśl której najdoskonalszym kontenerem jest, z formalnego punktu widzenia, kula. W ujęciu Arystotelesa „zasada” ta mówi, że „to, co obejmuje inną rzecz i ogranicza ją, jest czymś szlachetniejszym niż rzecz ograniczona – bo ta ostatnia jest materią, a tamta stanowi istotę struktury” (fr. 293b). Według tłumaczenia Wilhelma z Moerbecke tego fragmentu (którego nie ma w tłumaczeniach tego traktatu Gerarda z Cremony (ok. 1114-1187) i Michała Szkota) „zasada” ta brzmi: „Honorabilius autem continens et finis quam finitum: hoc quidem enim materia, hoc autem substantia continentae est”. Scholastycy nadali tej „zasadzie” formę *adagium*: „contins est nobilius et formalius contento”. Powyższe uwagi w istotny sposób powinny wpływać na nasze rozumienie geocentryzmu i związanego z nim średniowiecznego antropocentryzmu. Średniowieczny filozof i poeta Alain z Lille, porównując kosmos do miasta, powie: „W środkowym zamku, w niebie empirejskim, zasiaduje na tronie Cesarz. W niższych niebiosach żyje rycerstwo anielskie. My, na Ziemi, jesteśmy poza murem miejskim (*extra muros*)” (*De Planctu Naturae*, Prosa, III, s. 108). *Empireum* może być środkiem, chociaż znajduje się na obwodzie, gdyż „porządek przestrzenny jest odwrotnością duchowego” (Dante) (cytaty za: [51, s. 62]). Materialny kosmos, odzwierciedlając rzeczywistość, zarazem ją odwraca w ten sposób, że to, co jest naprawdę obwodem, wydaje się nam osią. Średniowieczny model kosmosu nie jest zatem antropocentryczny, ale antropoperyferyjny i zarazem teocentryczny. Inna wersja tej zasady znajduje się w traktacie pt. *O naturze bogów* Cyserona (106-43 prz. Chr.): „Świat zaś, ponieważ wszystko obejmuje i ponieważ nie ma nic takiego, co by się znajdowało poza jego obrębem, jest ze wszech miar doskonały” – cytat za: [15, s. 69]. Inne komplikacje wiązały się ze sprzecznością, jaka pojawiła się w pismach Arystotelesa w związku z równoczesnym przyjmowaniem przez niego tezy mówiącej, że serce jest środkiem zwierzęcia (*O rodzeniu się zwierząt*, ks. II, rozdz. IV, fr. 740a), i odrzucaniem tezy mówiącej, że środek zwierzęcia nie jest w środku jego ciała. Awerroes (1126-1198) w komentarzu do traktatu *O niebie*, próbując uchylić tę sprzeczność (która *notabene* bierze

Dalszą krytykę poznania zmysłowego i tym samym obrazu świata zakorzenionego w danych doświadczenia potocznego przeprowadził Platon. W charakterystyczny dla siebie sposób wprowadził (*Fedon*, fr. 99b-d) metaforę „drugiego żeglowania” (δεύτερος πλοῦς)¹⁰, która miała przybliżyć metodę filozofowania dającą możliwość uchwycenia tego, co rzeczywiste. Według Platona na doznaniach wrażeniowych i opartych na nich konstrukcjach nie możemy zbudować wiedzy (ἐπιστήμη), a jedynie mniemanie (δόξα). To, co jest rzeczywiste, wymyka się bowiem metodzie empirycznej ze względu na nieusuwalny relatywizm poznawczy związany z poznaniem zmysłowym. On też przyjmował tezę o kulistym kształcie Ziemi i całości świata, ale sposób jego argumentacji zaprezentowany w *Timajosie* (rozdz. IV, fr. 33b-34b) zawiera wiele elementów antropomorficznych. Często przyjmuje się, na podstawie relacji perypatetyckiego filozofa Sozygenesesa (ok. 170), ale znanej nam z pism Simplicjusza (ok. 500 - ok. 549), że to właśnie Platon zainicjował poszukiwanie teorii astronomicznej pozwalającej wyjaśnić obserwowane ruchy planet jako pozorne¹¹. Jednakże, zgodnie z wcześniejszym świadectwem Geminosa (ok. 70 prz. Chr.), to już pitagorejczycy ze starej szkoły (por. przyp. 4 w niniejszej pracy) jako pierwsi uznali za wręcz nieprzyzwoite twierdzenie dopuszczające możliwość, że za chaotycznymi ruchami nie kryje się racjonalna i matematycznie prosta rzeczywistość. W świetle tych faktów ciągle kontrowersyjna pozostaje rola Platona, jaką odegrał w kształtowaniu się astronomii¹². Eudoksos zrealizował postulat Platona,

się stąd, że Arystoteles w okresie, kiedy pisał traktat *O niebie*, nie do końca wyzwolił się spod wpływu szkoły platońskiej, w której środek zwierzęcia utożsamiano z mózgiem, a nie z sercem), rozróżnia *medium animalis* i *medium corporis*, co pociąga rozróżnienie pomiędzy *medium substantiae (naturae)* i *medium magnitudinis (loci)*. Por. [24, s. 246]; [45, s. 236-241]; [51, s. 62].

¹⁰ Por. [62, s. 74-78].

¹¹ Grecki oryginał tej wypowiedzi cytuje Duhem – por. [21, s. 5]. Szczegółowo to zagadnienie, aczkolwiek ukazane w szerszej perspektywie, jest opracowane w [39]. Niektórzy historycy nauki wątpią jednak w wiodącą rolę Platona w kształtowaniu standardów metodologicznych kosmologii, sugerując wręcz, że zgodnie z prawdą historyczną wiek Platona powinno się raczej nazywać wiekiem Eudoksosa [66, s. 442]; [61, s. 55]. Por. także: [27]; [43]; [35, s. 271-273].

¹² Historycy nauki starej szkoły [58, s. 152]; [65, s. 63] dezawuuują wkład Platona w rozwój astronomii, wskazując, że przez dowartościowanie roli spekulacji kosztem obserwacji Platon wręcz opóźnił rozwój nauk ścisłych. Według niektórych współczesnych historyków nauki nie można też wiązać idei matematyzacji przyrody w wersji Galileusza (1564-1642), a nawet Archimedesesa (287-212 prz. Chr.) z postulatami metodologicznymi Platona [53, s. 330]. Jednakże zgodnie z innymi ujęciami [28, s. 470] postulat korzystania z obserwacji, zarówno w samej astronomii jak i szerzej – w badaniu przyrody, odgrywał zawsze kluczową rolę w metodologii platońskiej. Por. także: [10]; [57].

konstruując system koncentrycznych sfer współśrodkowych z Ziemią, który miał wyjaśnić obserwowane ruchy sfer¹³. Aczkolwiek system zawierał więcej niż dwie sfery (27), to z uwagi na to, że dwie z nich (tzw. sfera gwiazd stałych i sfera Ziemi) były szczególnie ważne, model ten można nazwać modelem świata dwusferycznego. Model ten dość dobrze, w granicach dokładności ówczesnych pomiarów, odtwarzał tylko ruchy Saturna i Jowisza. Jednakże nawet i w tym przypadku problemem była obserwowana zmiana jasności tych obiektów, co sugerowało, że zmienia się odległość od tych obiektów do obserwatora na Ziemi. Było to w sprzeczności z przyjmowanym przez Eudoksosa założeniem, że planety są trwale umocowane na sferach. Trudny do odtworzenia był już ruch Marsa, ale jeszcze większe problemy pojawiały się w przypadku ruchu dolnych planet, w szczególności Merkurego i Księżyca. Były one rozwiązywane przez dodawanie kolejnych sfer. Obserwowane, na tle sfery gwiazd stałych, tory ruchów planet przypominały w swoich fragmentach kształt ósemki. Chcąc odtworzyć taką figurę (hipopedę)¹⁴, Eudoksos przyjął parę sfer obracających się z tą samą prędkością kątową, ale w przeciwnym kierunku wokół różnych osi. Oś obrotu sfery zewnętrznej była unoszona przez sferę wewnętrzną. System Eudoksosa ma jednak swoje ograniczenia. Jednym z głównych jest fakt, iż nie wszystkie

¹³ Historia recepcji systemu sfer homocentrycznych jest stosunkowo skomplikowana. Eudoksos wyłożył zasady swojego systemu w pracy pt. *O prędkościach*, ale ani ta praca, ani inne jego prace, w których pośrednio były zawarte jego koncepcje, nie zachowały się. Szczegółowo streścił tę pracę w – również zaginionym – dziele pt. *Historia astronomii* perypatetycki filozof Eudemos z Rodos (ok. 320 prz. Chr.). Inny perypatetycki filozof – Sozygenes w swojej pracy pt. *O sferach* umieścił duże fragmenty dzieła Eudemos, które przechowały się jedynie w postaci cytatów (istnieją jednakże wiarygodne przesłanki, na podstawie których można wnioskować, że Simplicjusz dysponował integralnym tekstem Eudemos) w komentarzu neoplatonika Simplicjusza do traktatu kosmologicznego *O niebie* Arystotelesa. Por. [33]; [35, s. 280 n.]. Pewne okrucy koncepcji Eudoksosa przechowały się dzięki Arystotelesowi, który znał bezpośredniego ucznia Eudoksosa – Polemarcha. Arystoteles omawia niektóre aspekty systemu sfer homocentrycznych w księdze XII *Metafizyki* (fr. 1073a-1074b), podając m.in. liczbę sfer w systemie Eudoksosa (26 – bez sfery gwiazd stałych) oraz liczbę sfer (33) w wersji systemu zmodyfikowanej przez Kallipposa. Sam dodaje (nie zawsze kierując się względami *stricte* astronomicznymi) kolejne sfery, uzupełniając system. W wersji Arystotelesa system zawierał 55 sfer. W XIX w. na podstawie antycznej wiedzy geometrycznej system sfer homocentrycznych odtworzył włoski matematyk Giovanni Schiaparelli w artykule *La sfera omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele* (zob. [67]). Praca ta została szybko przetłumaczona na język niemiecki – zob. [36]. Ocalałe fragmenty pism Eudoksosa w greckim oryginale oraz w tłumaczeniu na język niemiecki, z komentarzem, można znaleźć w [50]. Por. także: [20, s. 87-107]; [35, s. 281]; [66, s. 56-60].

¹⁴ Nazwa kształtu tej figury wywodzi się od ruchu konia po hipodromie. Schiaparelli wykazał, że hipopeda jest częścią wspólną walca, podwójnego stożka i kuli. Por. [75, s. 26]; [59]; [25]; [55]; [60]; [19, s. 9, 35, 38-39]; [74, s. 12].

pętle w planetarnych ruchach wstecznych są identyczne. Konstrukcja ta nie odtwarza również wystarczająco poprawnie ruchów planet w szerokościach ekliptycznych. Eudoksos nie podał też żadnej fizycznej przyczyny ruchu sfer, tym samym wskazując na czysto geometryczny charakter swojej konstrukcji, podkreślony jeszcze dodatkowo tym, że były również pomijane różnice rozmiarów sfer. Taką interpretację osiągnięć Eudoksosa wydaje się dodatkowo potwierdzać charakter satysfakcji intelektualnej wyrażanej przez współczesnych mu astronomów. Zawsze w takich okolicznościach zwracano uwagę na mistrzostwo konstrukcji geometrycznej, pomijając dokładność przewidywań, jakich konstrukcja ta dostarczała.

1. STATYCZNE ASPEKTY MODELU ŚWIATA DWUSFERYCZNEGO
W KOSMOLOGII ARYSTOTELESA –
NATURA I KSZTAŁT NIEBA, GWIAZD I ZIEMI

W przeciwieństwie do koncepcji kosmologicznych Platona, ale nawiązując do jego metody „drugiego żeglowania”, Stagiryta wyróżnia trzy rodzaje hierarchicznie uporządkowanych substancji: do pierwszego rodzaju zalicza substancje zmysłowe, które powstają i giną; do drugiego – substancje zmysłowe, ale niezniszczalne, tzn. niebo i gwiazdy; do trzeciego – substancje nieruchome, wieczne i transcendentne wobec zmysłowych, tzn. Boga (Nieruchomy Poruszyciel) oraz substancje poruszające pozostałe sfery. Substancje pierwszego i drugiego rodzaju składają się z materii i formy, przy czym materię pierwszego rodzaju substancji stanowią cztery elementy (ziemia, woda, powietrze, ogień), materią zaś substancji drugiego rodzaju jest eter. Niebo zatem, jako utworzone z eteru, ani nie zostało zrodzone, ani nie może zginąć. Niebo jest jedno i obejmując w sobie nieskończoność czasu, jest wieczne. Idąc częściowo za tradycją przedfilozoficzną, Stagiryta przypisuje niebu radykalnie odmienne właściwości niż Ziemi. Przede wszystkim pozbawia substancję nieba ciężkości, co rozwiązuje problem postawiony już na gruncie mitologicznym, ale również na gruncie filozoficznym, m.in. przez Empedoklesa (ok. 495 - ok. 435 prz. Chr.), a wyrażający się w pytaniu: co podtrzymuje niebo przed spadaniem? Odpowiedzią mitologiczną był mit o Atlasie, odpowiedzią filozoficzną Empedoklesa była koncepcja ruchu wirow-

wego, odpowiedzią Arystotelesa zaś koncepcja eteru¹⁵, substancji, która nie ma ani tendencji do spadania, ani tendencji do unoszenia się.

Według Arystotelesa (*O niebie*, ks. II, rozdz. IV, fr. 286b) kulisty kształt nieba jest przede wszystkim koniecznością logiczną, gdyż sfera jako figura geometryczna z natury pierwsza najlepiej odpowiada boskiej substancji nieba. Argumenty, jakie przytacza na rzecz tezy o doskonałości sfery, są w dużej mierze platońsko-pitagorejskiej proveniencji, ale tutaj służą one głównie do dowodzenia tez jego kosmologii. W szczególności dotyczy to tezy o nieistnieniu próżni (τὸ κενόν) i miejsca (τόπος, χώρος) poza ostatnim, zewnętrznym kręgiem świata. Oryginalnym dowodem Arystotelesa za kulistością nieba jest rozumowanie wychodzące z empirycznej konstatacji kulistego ruchu nieba. Arystoteles zakłada trzy przesłanki: 1) miarą wszystkich ruchów jest ruch obrotowy nieba (gdyż jest ciągły, jednostajny oraz wieczny i jako taki najlepiej się do tego zadania nadaje); 2) w każdej kategorii rzeczy miarą jest jej minimum¹⁶; 3) ruch najszybszy jest minimum¹⁷. Stwierdzając kołowy ruch nieba (który jest dla niego zarazem faktem empirycznym, jak i wnioskiem wyciągniętym z wcześniej przyjętych założeń), na podstawie wyżej wyartykułowanych przesłanek dochodzi do wniosku, że niebo musi mieć kształt kulisty. Innym rozumowaniem potwierdzającym tezę o kulistym kształcie nieba jest argumentacja oparta na jego koncepcji ciągłości (*continuum*) oraz własności ciał elementarnych. Najpierw Arystoteles dowodzi (*O niebie*, ks. II, rozdz. IV, fr. 287b), że powierzchnia wody jest powierzchnią kulistą, a następnie, korzystając z zasady ciągłego rozmieszczenia elementów, konkluduje, że niebo również musi mieć kształt kulisty¹⁸. Kulistość nieba przewyższa jednak kulistość sfer znajdujących się poniżej, gdyż elementy znajdujące się dalej od Ziemi są proporcjonalnie delikatniejsze (bardziej subtelne) od elementów znajdujących się poniżej. W konsekwencji kulistość nieba jest kulistością idealną.

¹⁵ W literaturze przedmiotu ([7, s. 50]) można znaleźć sugestię, że Arystoteles przeciwstawił koncepcję eteru (ciała pierwszego) pojęciu duszy świata wprowadzonemu przez Platona w *Timajosie* (fr. 34a-37c). Por. [11, s. 72].

¹⁶ W związku z powyższym należy przypuszczać, że Arystoteles zakłada jakąś formę kwantyzacji rzeczy (jakości?, zjawisk?).

¹⁷ W tym kontekście należy to tak rozumieć, że dotyczy to ruchu nieba, który jest w tym znaczeniu „minimum”, iż odbywa się w najkrótszym czasie i po najprostszej linii (kole).

¹⁸ Wcześniej (we fragmencie 287a), wychodząc od tezy o kulistym kształcie nieba oraz zasady ciągłego rozmieszczenia elementów, dowodzi kulistości ciał znajdujących się poniżej nieba (okolicy centralnej), w szczególności kulistości Ziemi.

Rozdział XI traktatu *O niebie* poświęcony jest w całości omówieniu kształtu gwiazd. W pierwszym dowodzie Arystoteles wykorzystuje elementy platońskiej (antropomorficznej) argumentacji za kulistym kształtem nieba. Wykorzystując swój wcześniejszy dowód na to, że gwiazdy nie mają ruchów własnych, konstatuje (stosując rozumowanie teleologiczne), iż gwiazdy mają kształt kulisty, gdyż najmniej nadaje się on do ruchu¹⁹.

Drugi dowód Arystotelesa opiera się na faktach stwierdzonych przez astronomów. Jednym z tych faktów opartych na bezpośredniej obserwacji jest kulisty kształt Księżyca. Następnie porównując kształty Księżyca w różnych jego fazach z analogicznymi kształtami Słońca podczas zaćmień, Arystoteles wnioskuje, że Słońce również musi mieć kształt kulisty. Wychodząc z założenia, że Słońce jest jedną z gwiazd, tzn. jest tak samo zbudowane, jak każda gwiazda, uogólnia ten wniosek, stwierdzając, iż wszystkie gwiazdy mają kształt kulisty.

Argumentacja Arystotelesa za kulistym kształtem Ziemi przedstawiona w ks. II traktatu *O niebie* jest dwójakiego rodzaju. Pierwszy rodzaj dowo-

¹⁹ Jest to jedna z licznych sprzeczności, jakie występują w pismach Arystotelesa. We fragmencie 290b pisze wprost, że ten sam kulisty kształt spełnia zarazem najlepiej warunki do tego, by niebo się poruszało, a gwiazdy były nieruchome (sic!). Teza ta była rozpowszechniona w wersji łacińskiej w postaci adagium: „figura sphaerica est aptissima ad motum circularem, sicut est ineptissima ad alios motus”. Sprzeczności te wielokrotnie starano się neutralizować w rozlicznych komentarzach do pism Arystotelesa, w szczególności do traktatu *O niebie*. Simplicjusz w swoim komentarzu wyciągał odmienny od Arystotelesa wniosek, twierdząc, że gwiazdy powinny mieć ruch obrotowy. Innym problemem był wpływ kulistego kształtu Ziemi na jej ruch. Dominująca tradycja utrzymywała, że aczkolwiek Ziemia ma „formam rotundam et globosam”, nie jest to jednak kulistość absolutna. Wyrazicielem tej tradycji, sięgającej Adrastosa z Afrodyzji (ok. 120), był m.in. Teon ze Smyrny (ok. 130), który przekazał ją w zachowanym dziele pt. Περὶ τῶν κατὰ τὸ μαθηματικὸν χρησίμων εἰς τὴν Πλάτωνος ἀνάγνωσιν (*Przygotowanie matematyczne do lektury Platona*). Tradycja ta jest jednak bardziej znana za pośrednictwem Chalcydiusza (ok. 325), który w swoim komentarzu do Timajosa pisał: „Sphaerae autem similitudo in effigie terrae multimode comprehenditur” (cytat za: [72, s. 107]). Por. [23, s. 7-10]; [8]. Prawowierni arystotelicy nie odnosili tej zasady do Ziemi, gdyż – ich zdaniem – przeczy jej inna zasada fizyki Arystotelesa. Zasada ta – w wersji Wilhelma z Moerbecke – brzmi: „Quod autem circumfertur corpus, impossibile habere gravitatem aut levitatem”. W innej wersji, podanej przez Gerarda z Cremony, zasada ta mówi, że „quod non sit possibile, ut sit corpori rotundo levitas neque gravitas”. Mikołaj z Oresme w swoim komentarzu (*Le Livre du ciel et du monde*, ks. I, fr. 37c) neutralizował wpływ tej zasady na ruch Ziemi tym, że relatywizował znaczenie terminów „wysoko” i „nisko”. Inaczej argumentował Mikołaj z Kuzy. Według niego (*De docta ignorantia*, ks. II, rozdz. 12): „Terra etiam ista non est sphaerica, ut quidam dixerunt, licet tendat ad sphaericitatem [...] Terra igitur figura est nobilis et sphaerica et eius motus circularis, sed perfectior esse potest”. Por. [6]; [45, s. 256-267].

dów ma charakter aprioryczny, gdyż Arystoteles wykorzystuje w nich aparat teoretyczny swojej fizyki, przede wszystkim teorię ruchów naturalnych. Drugi rodzaj argumentacji wykorzystuje bezpośrednio świadectwo zmysłów, aczkolwiek również zinterpretowane, ale już nie przez aparat pojęciowy fizyki, tylko przez współczesne mu teorie planimetrii i stereometrii²⁰. Dowód pierwszego rodzaju znajdujemy we fragmencie 297b, w którym twierdzi, że dlatego kształt Ziemi jest z konieczności kulisty, gdyż „wszystkie ciała ciężkie spadają pod kątami podobnymi; ich ruchy nie są równoległe”²¹. Takie jest prawo naturalnego poruszania się ku temu, co jest naturalnie kuliste. Konsekwentnie Ziemia jest w rzeczywistości kulista albo przynaj-

²⁰ Interesujący pod tym względem jest fragment 294a, w którym zwalczając argumenty reprezentantów teorii płaskiej Ziemi, m.in. Anaksymandra (ok. 610 - ok. 547 prz. Chr.) i Anaksagorasa (ok. 500 - ok. 428 prz. Chr.), reinterpretuje dane bezpośredniego doświadczenia zmysłowego, wykorzystując nie tylko teorie geometryczne, ale również znane mu pomiary wielkości Ziemi oraz odległości pomiędzy Ziemią a Słońcem. Liczbowe wartości tych pomiarów, aczkolwiek dalekie od wielkości aktualnie akceptowanych, stały się dla Arystotelesa argumentem wykorzystanym przeciwko świadectwu zmysłów. Ponieważ konceptualizacja rzeczywistości w fizyce Arystotelesa jest wręcz niewolniczo dostosowana do bezpośredniego świadectwa zmysłów i jest to niewątpliwie największy zarzut, jaki można z dzisiejszego punktu widzenia postawić Arystotelesowi, to nasuwa się od razu spostrzeżenie, że gdyby Arystoteles dysponował poprawnymi wynikami pomiarów takich wielkości, jak np. paralaksa gwiazdowa czy rozmiary i odległości pomiędzy poszczególnymi ciałami niebieskimi, nigdy model świata dwusferycznego, jaki znamy z jego pism przyrodniczych, by nie powstał.

²¹ Argument ten wzbudził liczne kontrowersje wśród komentatorów Arystotelesa. Według J. L. Stocksa Arystoteles w tym fragmencie twierdzi, że kąty po obu stronach linii spadania ciał na Ziemię są równe. W. K. C. Guthrie rozumie ten fragment w ten sposób, że kąt zawarty między jednym ciałem spadającym a Ziemią jest równy kątowi zawartemu między drugim ciałem spadającym a Ziemią. P. Siwek utrzymuje, że kąty, jakie tworzą ciała spadające pionowo na Ziemię, są we wszystkich miejscach na Ziemi równe, lecz linie same nie są między sobą równoległe. Wreszcie, najbliższy naszym zdaniem prawdy, P. Moraux interpretuje ten fragment w ten sposób, że zakłada znajomość przez Arystotelesa założeń, które przyjmował Eratostenes w swojej metodzie pomiaru obwodu Ziemi. Obiekcje P. Siwka w stosunku do interpretacji P. Moraux polegające na tym, że jest mało prawdopodobne, jakoby Arystoteles (lub jego informator) znał fakty, jakie zakładał w swojej metodzie Eratostenes (któremu m.in. zawdzięczamy oszacowanie długości południka ziemskiego bardzo bliskie współcześnie akceptowanej wartości – por. przyp. 24 w niniejszej pracy), nie wydają się poważne, gdyż możemy założyć, iż nie były to te same fakty, ale fakty do nich analogiczne. Takie rozumowanie wydaje się potwierdzać fakt dysponowania przez Arystotelesa wynikami wcześniejszych (pochodzących prawdopodobnie od Archytasa z Tarentu lub Eudoksosa z Knidos) pomiarów obwodu Ziemi. Pod koniec drugiej księgi *O niebie* Arystoteles podaje, że obwód Ziemi wynosi 400 tys. stadiów. Niestety, pojawiają się trudności z identyfikacją tej jednostki długości. W użyciu były bowiem różne jednostki, które tak samo się nazywały. Stadium olimpijskie liczyło 192,27 m, stadium greckie – 184,18 m, stadium pytyjskie – 178,35 m, stadium egipskie – 157,5 m. Por. [29, s. 254-255]; [65, s. 95-97]; [69, s. 312 n.]; [20, s. 181 n.].

mniej jest w jej naturze, by była „kulista”. Innym argumentem tego rodzaju jest rozumowanie przedstawione we fragmentach 297a-297b. Arystoteles dowodzi tam, że Ziemia z konieczności musiała uzyskać kształt kulisty w procesie powstawania, nawet jeżeli takiego kształtu z początku nie miała, gdyż w wyniku naturalnego przemieszczania się ciał ciężkich do środka świata masa Ziemi z konieczności musiała uzyskać kształt kulisty. Cały szereg dowodów drugiego rodzaju znajdujemy we fragmencie 298a. Arystoteles, powołując się na obserwacje faz i zaćmień Księżyca oraz obserwacje wschodów i zachodów gwiazd podczas przemieszczania się z północy na południe, dowodzi kulistego kształtu Ziemi, twierdząc, że jest to jedyne założenie, które czyni zrozumiałymi wyżej wymienione fakty obserwacyjne.

2. DYNAMICZNE ASPEKTY MODELU ŚWIATA DWUSFERYCZNEGO W KOSMOLOGII ARYSTOTELESA – PROBLEM RUCHU GWIAZD

Gwiazdy są – według Arystotelesa – nieruchome i jako takie są unoszone na sferach, do których są przytwierdzone. Do takiej tezy Stagiryta dochodzi odrzucając inne możliwości w rozumowaniu przedstawionym w VIII rozdz. II księgi *O niebie* (fr. 289b-290b). Wbrew opinii Platona, według którego (*Timajos*, fr. 40a) gwiazdy są zbudowane z ognia, Arystoteles twierdzi, że gwiazdy zbudowane są z eteru, a światło i ciepło (w szczególności dotyczy to Słońca), jakie wydzielają, pochodzą od gwałtownego tarcia powietrza podczas ich ruchu. Polemizuje też (*O niebie*, ks. II, rozdz. IX, fr. 291a) z pitagorejczykami, utrzymującymi, że ruch gwiazd wywołuje harmonię dźwięków, których jednak nie słyszymy. Swoją tezę mówiącą o tym, że gwiazdy są przytwierdzone do sfer, które się poruszają, wykorzystuje przeciwko pitagorejczykom, dowodząc, iż właśnie dlatego gwiazdy nie wydają dźwięków. Problem ruchu gwiazd sprowadza się zatem do problemu ruchu sfer, do których gwiazdy są umocowane. Dotyczy to zarówno tzw. sfery gwiazd stałych, jak i tzw. gwiazd błędzących, czyli planet (do których zaliczono także Słońce i Księżyc). Zgodnie z wiedzą astronomiczną jego czasów przyjmuje, że gwiazda porusza się tym szybciej, im bardziej od Ziemi jest oddalona sfera, na której się znajduje. Zgodnie z tym rozumowaniem najszybciej porusza się sfera gwiazd stałych.

Na gruncie kosmologii Arystotelesa pojawiają się jednak swoiste trudności dotyczące ruchu gwiazd, które Arystoteles rozwiązuje w charakterystyczny dla siebie sposób. Pierwsza z tych trudności sprowadza się do pytania: dlaczego takie planety, jak Saturn i Jowisz, będąc bliżej sfery gwiazd stałych,

poruszającej się jednym ruchem, poruszają się większą liczbą ruchów (mają więcej sfer) niż Słońce i Księżyc, które są bardziej oddalone od sfery gwiazd stałych, ale mimo to mają mniejszą liczbę sfer?²²

Druga trudność streszcza się w innym pytaniu: dlaczego sfera gwiazd stałych, poruszająca się tylko jednym ruchem, obejmuje olbrzymią liczbę gwiazd, podczas gdy każda inna gwiazda (planeta) przytwierdzona jest tylko do jednej sfery?

Pierwszą trudność Arystoteles rozwiązuje w ten sposób, że gwiazdom przypisuje pewną formę życia i nie chodzi mu jedynie o to, że mają one dusze jako zasady ruchu. Analogie z istotami ożywionymi (roślinami i zwierzętami) są – według niego – o wiele głębsze i właśnie opierając się na tych analogiach rozwiązuje wewnętrzne problemy własnej kosmologii. Dodatkowo posługuje się metaforą ciała ludzkiego, według której pewni ludzie są w posiadaniu zdrowia bez żadnych starań, inni natomiast osiągają ten cel w wyniku mniej lub bardziej zaawansowanych czynności. „Zasady” te pozwalają na usunięcie postawionych trudności, gdyż czynią zrozumiałym to, że Ziemia nie porusza się wcale, gwiazdy (planety) położone najbliżej niej (Księżyc i Słońce) wykonują małą liczbę ruchów, dalsze planety wykonują większą liczbę ruchów, a sfera gwiazd stałych wykonuje tylko jeden ruch. Zdaniem Arystotelesa (*O niebie*, fr. 292b) dzieje się tak dlatego, że pierwsze niebo osiąga cel ostateczny (boską zasadę) bezpośrednio jednym ruchem, gwiazdy dalsze osiągają go wprawdzie, ale za pomocą wielu ruchów, gwiazdy bliższe zaś Ziemi i sama Ziemia nie dochodzą do ostatecznego celu, lecz tylko do miejsca, w którym mogą jedynie w pewnych granicach uczestniczyć w zasadzie boskiej.

Drugą trudność rozwiązuje również korzystając z analogii pomiędzy gwiazdami i ciałami ożywionymi. Według Arystotelesa pierwszy ruch porusza

²² Według Arystotelesa (*Metafizyka*, ks. XII, fr. 1074a 6-16) Słońce ma 9 sfer, Księżyc – 5, a Saturn i Jowisz po 14. Kolejność rozmieszczenia planet w geocentrycznym systemie była problematyczna, ale intuicyjne uporządkowanie planet według malejącej prędkości kątowej pozwoliło na przyjęcie kolejności, którą i Arystoteles zaakceptował. Dodatkowym argumentem za takim uporządkowaniem było, obserwowane również przez Arystotelesa (4 IV 357 r. prz. Chr. – zgodnie z wyliczeniami Keplera (*Astronomia nova αττιολόγητος seu physica coelestis tradita commentaris de motibus stellae Martis, ex observationibus G. V. Tycho-nis Brahe*, Praga 1609, s. 323) lub 4 V 357 r. prz. Chr. ok. godz. 21 – zgodnie z wyliczeniami nowożytnego astronoma K. Schocha (*Planetentafeln für Jedermann*, Berlin 1923, kol. XX)), zjawisko zaćmienia Marsa przez Księżyc znajdujący się w kwadrze. Z obserwacji tego zjawiska można wywnioskować, że Księżyc jest bliżej Ziemi niż Mars. Por. [19, s. 40-42].

ogromną liczbę gwiazd, liczne zaś ruchy (sfery) poruszają tylko po jednej gwiazdzie dlatego, że natura w ten sposób wprowadza równowagę, polegającą na tym, iż przeznaczają jednemu ruchowi wiele ciał, a jednemu ciału wiele ruchów.

Najważniejszym jednak problemem kosmologii arystotelesowskiej jest zagadnienie przyczyny ruchu sfery gwiazd stałych – w szczególności i wszelkiego ruchu w świecie – w ogólności. Jego odpowiedzią na wyżej postawiony problem jest koncepcja Pierwszego Nieporuszonego Poruszydciela, który porusza, sam będąc nieporuszony (τὸ κινούμενον καὶ κινούν). Dowody²³ istnienia Pierwszego Poruszydciela przedstawia w *Fizyce* (ks. VII-VIII, fr. 242a-267b) oraz w *Metafizyce* (ks. XII, fr. 1069b-1076a). Pierwszy Poruszydciel, którego Arystoteles identyfikuje z Bogiem, jest zarazem przyczyną celową świata. Jest to wieczna substancja, która nie składa się z materii i formy, ale jest czystą formą. Znajdując się w akcji, porusza pierwsze niebo zgodnie z metaforą przedmiotu pożądania i przedmiotu myśli. Pierwszy Poruszydciel kontempluje sam siebie, jest samomyślącą myślą (νόησις νοήσεως νόησις). Jest bytem koniecznym, którego sposobem istnienia jest dobro, i w tym sensie jest pierwszą zasadą. Obok Pierwszego Poruszydciela, poruszającego sferę gwiazd stałych, Arystoteles wyróżnia jeszcze 55 boskich substancji, poruszających pozostałe sfery systemu świata. Wyposażając dynamikę świata nadksiężycowego w transcendentne przyczyny, pozbawia się tym samym możliwości odkrycia prawdziwych przyczyn ruchu ciał niebieskich.

Problemu możliwego ruchu Ziemi Arystoteles praktycznie nie stawia. Nieruchomość Ziemi jest dla niego oczywista, m.in. na mocy „zasady równowagi natury”, którą wykorzystał do rozwiązania drugiej trudności dotyczącej ruchu gwiazd. Ziemia jako składająca się z elementów charakteryzujących się ciężkością nie może się poruszać niejako „z definicji”. Ponieważ – według niego – niebo porusza się w sposób absolutnie pewny (jak to ujmuje – jest to zarazem oczywistość zmysłów i konkluzja płynąca z rozumowań), to dla zachowania równowagi coś musi być w absolutnym spoczynku (aby coś mogło się poruszać). Nieruchomość Ziemi jest zatem warunkiem ruchu nieba. Jego krytyka pitagorejskiej tezy mówiącej o tym, że Ziemia jest jedną z gwiazd, jest tak druzgocąca, iż nie pozostawia cienia wątpliwości, jakoby miał wykazywać jakieś sympatie w stosunku do poglądów podważa-

²³ Analizę argumentacji Arystotelesa oraz analizę wpływu szkoły platońskiej na koncepcje Arystotelesa można znaleźć m.in. w: [69, s. 22-249]. Por. także: [62, s. 427-430]; [18, s. 135-177].

jących system geocentryczny. Takie sympatie miał wykazywać Platon w późniejszym okresie swojej twórczości, ale prekursorów heliocentryzmu, poza pitagorejczykami, można dopatrywać się dopiero wśród przedstawicieli nauki aleksandryjskiej²⁴, przede wszystkim Arystarcha z Samos (ok. 320 - ok. 250 prz. Chr.)²⁵. Astronomia z okresu współczesnego wczesnym pery-

²⁴ Ważnym dla rozwoju modelu świata dwusferycznego przedstawicielem nauki aleksandryjskiej był Eratostenes z Cyreny (ok. 270 - ok. 194 prz. Chr.). Był on uczniem Arkesilaosa z Pitany (315 - 240 prz. Chr.) i Aristona z Chios (ok. 250 prz. Chr.). Pełnił funkcję kierownika Biblioteki Aleksandryjskiej i wychowawcy Ptolemeusza IV Filopatora (256 - 204 prz. Chr.). Do głównych dziedzin jego zainteresowań należały: filologia, chronologia, matematyka, astronomia, geografia i poezja. Stworzył podstawy geografii matematycznej i fizycznej w dziele pt. Γεωγραφικὰ. Wysunął przypuszczenie, że płynąc od Gibraltaru na zachód, można dotrzeć do Indii. Informacja ta zachowała się w średniowieczu i stała się jednym z czynników motywujących przedsięwzięcie Krzysztofa Kolumba (1451-1506). Najważniejszym jednak osiągnięciem z dzisiejszego punktu widzenia, gdyż bardzo istotnym dla rozwoju modelu świata dwusferycznego, wydaje się obliczenie długości południka przebiegającego przez Aleksandrię i Syene/Assuan (wynik 252 tys. stadiów, co odpowiada prawdopodobnie 39 690 km; współcześnie obliczona wartość – 40 120 km – jest bardzo bliska wynikowi Eratostenesa). Wiemy jednakże, że w obliczeniach Eratostenesa były błędy, ale szczęśliwie wzajemnie się zniosły. O pomiarze tym pisze Eratostenes w dziele (zaginionym) pt. Περὶ τῆς ἀναμετρήσεως τῆς γῆς (*O pomiarze Ziemi*). Fragmenty tego dzieła przechowały się jednak w pracy Kleomedesa, stoickiego astronoma z II w., pt. *Kyklike teoria meteoron* (*Encyklopedia ciał niebieskich*), znanej w średniowieczu pt. *De motu circulari corporum caelestium* (por. [70]). Innym bardzo wpływowym przedstawicielem tej nauki był Hipparch z Nikei (ok. 180 - ok. 125 prz. Chr.). Jako pierwszy astronom grecki zastosował babilońskie metody arytmetyczne do geometrycznych modeli astronomicznych. Ułożył też własny katalog gwiazd, w którym odnotował niewielkie ruchy gwiazd równoległe do ekliptyki, tzn. zwiększanie się długości ekliptycznych (współcześnie interpretowane jako zjawisko precesji). Znany jest jego pomiar średnicy kątowej Słońca (0,5° lub 1/720 kąta pełnego), pomiar odległości do Księżyca (przeciętna odległość zawarta pomiędzy 59 a 67 i 1/3 promienia Ziemi, przeciętna odległość Ziemi od Słońca 3 mln km, paralaksa Słońca 7' – wartości aktualnie akceptowane wynoszą odpowiednio 150 mln km i 8"). Dzięki wielkiemu autorytetowi, jaki uzyskał w astronomii, wpłynął decydująco na teorię Ptolemeusza, która ostatecznie sankcjonowała model świata dwusferycznego. Por. [61, s. 70-78]; [20, s. 94, 183, 193, 203].

²⁵ Był on uczniem Stratona z Lampsaku (ok. 210 - ok. 270 prz. Chr.) i Euklidesa (ok. 250 prz. Chr.), twórcą metody określenia bezwzględnych pomiarów odległości pomiędzy ciałami niebieskimi, w szczególności pomiaru odległości Ziemi od Słońca. Wynik, aczkolwiek ok. 20 razy za mały, okazał się na tyle nowatorski, że doprowadził Arystarcha do idei heliocentrycznej, co spowodowało m.in. replikę Kleantesa (330-231 prz. Chr.) w postaci oskarżenia o bezbożność. Rozumowanie Arystarcha skrytykował również Archimedes, ale to właśnie m.in. dzięki jego pracy *Ψαμμίτης* (*Liczba ziarenek piasku*) przechowały się do naszych czasów idee Arystarcha (heliocentryzm). Podstawowym jednak źródłem metod astronomicznych jest praca samego Arystarcha pt. *O rozmiarach i odległościach Słońca i Księżyca*. Oryginał grecki po raz pierwszy został wydany w Oxfordzie w 1688 r. przez matematyka Wallisa (1616-1703). W 1823 r. w Paryżu ukazało się tłumaczenie tej pracy na język francuski (*Traité*

patetykom, a tym bardziej w późniejszym okresie dysponowała danymi, które w istotny sposób mogły skorygować ważne elementy modelu świata dwusferycznego²⁶. Jednakże wpływ autorytetu Arystotelesa, a później Ptolemeusza (ok. 100 - ok. 178) zahamował na blisko trzysta lat rozwój idei heliocentrycznej i utrwalił bezkonkurencyjne panowanie modelu świata dwusferycznego.

II. WNIOSKI KOŃCOWE

W kosmologii Arystotelesa główne elementy modelu świata dwusferycznego zostały zmodyfikowane i dostosowane do centralnych kategorii jego systemu filozoficznego. Przekształceniu zostały poddane przede wszystkim pitagorejsko-platońskie koncepcje, częściowo zasymilowane w początkowym okresie twórczości Arystotelesa, ale również niektóre astronomiczne szczegóły modelu Eudoksosa. Najważniejszą zmianą było jednak zaadaptowanie metafizycznej koncepcji Pierwszego, Nieporuszonego Poruszyciela do teoretycznego schematu wyjaśniającego dynamiczne aspekty modelu świata dwusferycznego. Otworzyło to drogę teologicznym interpretacjom, jakie pojawiły się jeszcze w okresie starożytności w ramach filozofii neoplatońskiej, przede wszystkim jednak w okresie wzmożonej recepcji fizyki i kosmologii Arystotelesa w XII i XIII w., w ramach filozofii scholastycznej. Matematyczne

d'Aristarque de Samos sur les grandeurs et les distances du Soleil et de la Lune, traduit en français par le Comte de Fortia d'Urban). Współczesne wydanie krytyczne oryginału greckiego, z komentarzem i tłumaczeniem tego tekstu na język angielski, można znaleźć w [32]. Por. także: [20, s. 136].

²⁶ Dane te pochodzą od późnego stoika Posejdoniosa z Apamei (ok. 135 - ok. 50 prz. Chr.). Dotyczą one przede wszystkim pomiaru odległości Ziemi od Słońca. Według Pliniusza (*Historia naturalis*, ks. II, fr. 83-86) Posejdonios oszacował tę odległość na 500 mln stadiów (tzn. ok. 92,5 mln km, czyli 2/3 aktualnie przyjętej wartości). Znając rozmiary katowe Słońca (ok. 0,5°), można było obliczyć średnicę Słońca i porównać ją ze znaną średnicą Ziemi. Interpretacja tych wyników pozwalała wyciągnąć podobny wniosek do tego, który wyciągnął Arystarch z Samos, tzn. zakwestionować układ geocentryczny. Posejdonios powtórzył też za pomocą nowej metody pomiary Eratostenesa. Jego metoda pomiaru obwodu Ziemi, aczkolwiek w swym schemacie ideowym podobna do metody Eratostenesa, to jednak była wolna od jej wad, wynik zaś potwierdzał obliczenia Eratostenesa. Szczegóły metody pomiaru odległości Ziemi od Słońca i obwodu Ziemi można znaleźć w: [20, s. 184, 177]. Więcej informacji na temat wkładu Posejdoniosa do nauk matematyczno-przyrodniczych można znaleźć w: [47, s. 109-284].

argumenty wykorzystane przez Arystotelesa w procesie akceptacji tezy o sferycznym kształcie Ziemi nie miały zastosowania do ewentualnego procesu rejekcji teorii geocentrycznej, gdyż opcja ta wiązała się z jednoczesną rejekcją centralnych kategorii jego filozofii przyrody.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A l l a n J. D., Mediaeval Versions of Aristotle *De caelo* and of the Commentary of Simplicius, „Mediaeval and Renaissance Studies”, 2(1950) 82-120.
- [2] B a r k e r A., Ptolemy's, Pythagoreans, Archytas, and Plato's Conception of Mathematics, „Phronesis”, 39(1994), No. 2, s. 113-135.
- [3] B e c k R., Cosmic Models: Some Uses of Hellenistic Science in Roman Religion, „Apeiron”, 27(1994) 99-117.
- [4] B e r g g r e n J. L., T h o m a s R. S. D., Mathematical Astronomy in the 4-th Century B.C. as Found in Euclid's *Phaenomena*, „Physis”, 29(1992) 7-33.
- [5] B e r k e r t W., Orientalische und griechische Weltmodelle von Assur bis Anaximandros, „Wiener Studien”, 107(1994) 179-186.
- [6] B l u m e n b e r g H., Pseudoplatonismen in der Naturwissenschaft der frühen Neuzeit, „Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Geistes-Sozialwissenschaftliche Klasse”, 1(1971) 8-17.
- [7] B o s A. P. D., On the Elements: Aristotle's Early Cosmology, Assen 1973.
- [8] B o s s i e r F., La problème des lemmes du *De caelo* dans la traduction latine du commentaire in *De caelo* de Simplicius, [w:] J. H a m e s s e (ed.), Le problèmes posés par l'édition critique des textes anciens et médiévaux, Louvain La Neuve: Université Catholique de Louvain 1992, s. 361-397.
- [9] B r i t t o n J. Ph., Models and Precision: The Quality of Ptolemy's Observations and Parameters, New York: Garland 1992.
- [10] B u l m e r - T h o m a s I., Plato's Astronomy, „Classical Quarterly”, 78(1984) 107-112.
- [11] C l e a r y J. J., Aristotle and Mathematics: Aporetic Method in Cosmology and Metaphysics, Leiden: Brill 1995.
- [12] C o h e n Sh. M., Aristotle on Elemental Motion, „Phronesis”, 39(1994) 150-159.
- [13] C o r n f o r d F. M., Plato's Cosmology. The *Timaeus* of Plato Translated with a Running Commentary, London: Routledge and Kegan Paul 1937.
- [14] C o u p r i e D. L., The Visualisation of Anaximander's Astronomy, „Apeiron”, 27(1995), No. 3, s. 159-181.

- [15] C y c e r o n M. T., *De natura deorum* (tł. pol. W. Kornatowski, *O naturze bogów*, [w:] *Pisma filozoficzne*, t. I, Warszawa 1960), s. 7-225).
- [16] D i c k s D. R., *Early Greek Astronomy to Aristotle*, Ithaca–New York: Cornell University Press 1970.
- [17] D i j k s t e r h u i s E. J., *De Mechanisering van het Wereldbeeld* (tł. ang. C. Dikshoorn, *The Mechanization of the World Picture*, Oxford: Oxford University Press 1961).
- [18] D ł u b a c z W., *Problem Absolutu w filozofii Arystotelesa*, Lublin: RW KUL 1992.
- [19] D o b r z y c k i J., *Astronomia przedkopernikańska*, Toruń 1971.
- [20] D r e y e r J. L. E., *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, New York: Dover Publications 1953².
- [21] D u h e m P., Σώζειν τὰ φαινόμενα. *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée* (tł. ang. E. Doland, Ch. Maschler, *To Save the Phenomena: An Essay on the Idea of Physical Theory from Plato to Galileo*, Chicago: Chicago University Press 1969).
- [22] E a s t w o o d B. S., *Heraclides and Heliocentrism: Texts, Diagrams, and Interpretations*, „*Journal for the History of Astronomy*”, 23(1992) 233-260.
- [23] E a s t w o o d B. S., *Plato and Circumsolar Planetary Motion in the Middle Ages*, „*Archives d'Histoire Doctrinale et Littéraire du Moyen Age*”, 60(1993) 7-26.
- [24] E l d e r s L., *Aristotle's Cosmology: A Commentary on the De caelo*, Assen: Van Gorcum 1965.
- [25] F o r b e s E. G., *The Spheres of Eudoxus*, „*Journal of the British Astronomical Association*”, 83(1973) 196-198.
- [26] G a j d a J., *Pitagorejczycy*, Warszawa: „Wiedza Powszechna” 1996.
- [27] G o l d s t e i n B. R., B o w e n A. C., *New View of Early Greek Astronomy*, „*Isis*”, 74(1983) 330-340.
- [28] G r e g o r y A., *Astronomy and Observation in Plato's Republic*, „*Studies in History and Philosophy of Science*”, 27(1996), No. 4, s. 451-471.
- [29] G u t h r i e W. K. Ch., *Aristotle: On the Heavens*, London: Heinemann LTD 1960⁴.
- [30] H a r g r e a v e D., *Reconstructing the Planetary Motions of the Eudoxean System*, „*Scripta Mathematica*”, 28(1970) 335-345.
- [31] H a w l e y K., *Thomas S. Kuhn's Mysterious World*, „*Studies in History and Philosophy of Science*”, 27(1996), No. 2, s. 291-300.
- [32] H e a t h T., *Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus. A History of Greek Astronomy to Aristarchus Together with Aristarchus's Treatise on the Sizes and Distances of the Sun and Moon. A New Greek Text with Translation and Notes*, New York: Dover Publications 1981².
- [33] H e i b e r g J. L., *Commentaria in Aristotelem graeca*, vol. VII: *Simplicius in Aristotelis De caelo commentaria*, Berolini 1894.
- [34] H e g l e m e i e r F., *Die griechische Astronomie zur Zeit des Arystoteles: Ein neuer Ansatz zu den Sphärenmodellen des Eudoxos und des Kallippos*, „*Antike Naturwissenschaft und ihre Rezeption*”, 6(1996) 51-71.

- [35] H e t h e r i n g t o n N. S., Plato and Eudoxos: Instrumentalists, Realists, or Prisoners of Themata?, „Studies in History and Philosophy of Science”, 27(1996) 271-289.
- [36] H o r n W., Die homocentrischen Sphaeren des Eudoxus, des Kallippus und des Aristoteles, „Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik”, 1(1877) 101-198.
- [37] H o r w i c h P. (ed.), World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science, Cambridge, Mass.: MIT Press 1993.
- [38] H o y n i n g e n - H u e n e P. (ed.), Reconstructing Scientific Revolution: Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science, tł. ang. A. T. Lewine, Chicago: University of Chicago Press 1993.
- [39] H u t c h i s o n K., Why Does Plato Urge Rulers to Study Astronomy?, „Perspectives on Science: Historical, Philosophical, Social”, 4(1996) 24-58.
- [40] J ü r s s F., Zur heliodynamischen Planetentheorie, „Antike Naturwissenschaft und ihre Rezeption”, 3(1993) 69-76.
- [41] K a h n Ch. H., Anaximander and the Origins of Greek Cosmology, New York: Columbia University Press 1960.
- [42] K a h n Ch. H., On Early Greek Astronomy, „Journal of Hellenic Studies”, 90(1970) 99-116.
- [43] K n o r r W. R., Plato and Eudoxus on the Planetary Motions, „Journal for the History of Astronomy”, 21(1990) 313-329.
- [44] K u h n Th. S., The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought (tł. pol. S. Amsterdamski, Przewrót kopernikański. Astronomia planetarna w dziejach myśli, Warszawa: PWN 1966).
- [45] K u r d z i a ł e k M., Średniowieczne stanowiska wobec tezy: Ziemia jest jedną z planet, [w:] t e n ż e, Średniowiecze w poszukiwaniu równowagi pomiędzy arystotelizmem i platonizmem, Lublin: TN KUL 1996, s. 233-237.
- [46] L a c o m b e G. (ed.), Aristotelis Latinus, vol. I, Roma 1939.
- [47] L a f f r a n q u e M., Poseidonios d'Apameée, Paris 1964.
- [48] L a n g e H. S., Why the Elements Imitate the Heavens: Metaphysics IX.8 1050b 28-34, [w:] M. S i m (ed.), The Crossroads of Norm and Nature: Essays on Aristotle's *Ethics* and *Metaphysics*, Lanham, Md.: Rowman and Littlefield 1995, s. 305-324.
- [49] L a n g e M., Scientific Realism and Components: The Case of Classical Astronomy, „Monist”, 77(1994), No. 1, s. 111-127.
- [50] L a s s e r r e F. (ed.), Eudoxus von Knidos, Die Fragmente, Berlin: Walter de Gruyter 1966.
- [51] L e w i s C. S., An Introduction to Medieval and Renaissance Literature (tł. pol. W. Ostrowski, Odrzucony obraz. Wprowadzenie do literatury średniowiecznej i renesansowej, Kraków: Znak 1995²).
- [52] L l o y d G. E. R., Plato's as a Natural Scientist, „Journal of Hellenic Studies”, 88(1968) 78-92.
- [53] L l o y d G. E. R., Plato on Mathematics, Nature, Myth and Science, [w:] t e n ż e (ed.), Methods and Problems in Greek Science, Cambridge: Cambridge University Press 1991, s. 333-351.

- [54] L l o y d G. E. R., *Greek Antiquity: The Invention of Nature*, [w:] J. T o r r a n c e (ed.), *The Concept of Nature*, Oxford: Clarendon Press 1992, s. 1-24.
- [55] M a u l a E., *Studies in Eudoxus' Homocentric Spheres*, „*Commentationes Humanarum Litterarum*”, 50(1974) 3-124.
- [56] M o u r e l a t o s A. P. D., *Astronomy and Kinematics in Plato's Project of Rationalist Explanation*, „*Studies in History and Philosophy of Science*”, 12(1981) 1-32.
- [57] M o u r e l a t o s A. P. D., *Plato's Science – His View and Ours of His*, [w:] A. C. B o w e n (ed.), *Science and Philosophy in Classical Greece*, New York: Garland 1991, s. 31-42.
- [58] N e u g e b a u e r O., *The Exact Sciences in Antiquity*, Providence, R.I.: Brown University Press 1947.
- [59] N e u g e b a u e r O., *On the 'Hippopede' of Eudoxus*, „*Scripta Mathematica*”, 19(1953) 225-229.
- [60] N o r t h J. D., *The Hippopede*, [w:] A. G o t s t e d t e r (ed.), *Ad radices: Festband zum fünfzigjährigen Bestehen des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe Univeristät, Stuttgart: Steiner 1994, s. 143-154.*
- [61] N o r t h J. D., *The Fontana History of Astronomy and Cosmology* (tł. pol. T. i T. Dworak, *Historia astronomii i kosmologii*, Katowice: „Książnica” 1997).
- [62] R e a l e G., *Storia della filosofia antica. Platone e Aristotele* (tł. pol. E. I. Zieliński, *Historia filozofii starożytnej*, t. II, Lublin: RW KUL 1996, s. 93-112).
- [63] R i l e y M. T., *Ptolemy's Use of His Predecessor's Data*, „*Transactions of the American Philological Association*”, 125(1995) 221-250.
- [64] S a n t o P a o l o del, S t r a n o G., *Observational Evidence and the Evolution of Ptolemy's Lunar Model*, „*Nuncius*”, 11(1996), No. 1, s. 94-112.
- [65] S a m b u r s k i S., *The Physical World of the Greeks*, New York: The Crowell-Collier Publishing Company 1962.
- [66] S a r t o n G., *A History of Science*, Cambridge 1959.
- [67] S c h i a p a r e l l i G., *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele*, „*Pubblicazione del Reale Osservatorio di Brera in Milano*”, 9(1875) 1-63.
- [68] S c h r e n k L. P., *World as Structure: The Ontology of Philolaus of Croton*, „*Apeiron*”, 27(1994) 171-190.
- [69] S o l m s e n F., *Aristotle's System of the Physical World: A Comparison with His Predecessors*, Ithaca–New York: Cornell University Press 1960.
- [70] T o d d R. B., *Cleomedes*, „*Catalogus Translationum et Commentariorum: Mediaeval and Renaissance Latin Translations and Commentaries*”, 7(1992) 1-11.
- [71] W a s c h k i e s H.-J., *Kosmologische Spekulationem bei Platon und Aristoteles als Reflex der exakten Wissenschaften ihrer Zeit*, „*Antike Naturwissenschaft und ihre Rezeption*”, 3(1993) 31-60.

- [72] W a s z i n k J. H. (ed.), *Timaeus a Calcidio translatus commentarioque instructus*, Londini–Leidae 1962.
- [73] W e s t m a n R. S., Two Cultures or One? A Second Look at Kuhn's *The Copernican Revolution*, „*Isis*”, 85(1994), No. 1, s. 79-115.
- [74] W i t k o w s k i J., Kopernikańska teoria ruchu planet na tle antycznych systemów, „*Postępy Astronomii*”, 1(1953), No. 1, s. 5-12.
- [75] W r i g h t M. R., *Cosmology in Antiquity*, London–New York: Routledge 1995.

TWO-SPHERICAL MODEL OF THE UNIVERSE
IN ARISTOTLE'S COSMOLOGY

S u m m a r y

The second book of Aristotle's *On the heavens*, dealing with the form of the Cosmos, the motions and the nature of stars, the position and form of the earth, enables us to reconstruct the ideas concerning the origin and evolution of earlier cosmological models. In the paper some aspects of the two-spherical Model of the Universe, which are contained in his cosmology are discussed. First, the overall character of the geocentric system and, especially, the doctrine of the spherical shape of the earth is examined. Next, the two-sphere model, which is considered the greatest achievement of Aristotle in cosmology, is critically dealt with. In discussing these questions, a juxtapositional strategy is followed. It consists in commenting critically the Aristotle's interpretation of the above model, along with showing alternative interpretations which subsequent historical scholarship has brought to light.

Summarized by Zenon Eugeniusz Roskal