

Janusz W. KOSIŃSKI

Przed Chladnim. Poglądy i hipotezy

Before Chladni. Views and hypotheses

Abstract: In 1794, E. Chladni published a book containing a hypothesis about the cosmic origin of meteorites. This is considered the beginning of modern meteoritics. This article presents earlier views and hypotheses about „stones from the sky”.

Keywords: history of meteoritics, Anaxagoras, Aristotle, theory of exhalations, aerolite

Poglądy i hipotezy

Za początek współczesnej meteorytyki przyjmuje się na ogół okres od publikacji przez E. F. F. Chladniego książki *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* (O pochodzeniu znalezionej przez Pallasę i o innych podobnych masach żelaznych oraz o pewnych z tym związanych zjawiskach natury) w 1794 r., po publikację *Relation d'un voyage fait dans le département de l'Orne, Pour constater la réalité d'un météore observé à l'Aigle le 6 floréal an 11* (Sprawozdanie z podróży do departamentu Orne w celu sprawdzenia realności meteoru zaobserwowanego w L'Aigle 6 dnia miesiąca Floréal, roku 11 [26 kwietnia 1803 r.]) przez J. B. Biota w 1803 r.

Skutkiem tych publikacji (i kilku innych o podobnej tematyce) było rozpowszechnienie hipotezy o pozaziemskim pochodzeniu meteorytów i zapoczątkowanie badań idących w kierunku jej potwierdzenia. Nie oznacza to jednak, że wcześniej meteoryty nie budziły zainteresowania i nie było prób wyjaśnienia ich powstawania czy pochodzenia. Kilka przykładów z historii zawiera poniższy tekst.

Myśliwy z późnego paleolitu¹

Podróż w krainę wyobraźni, by spróbować odpowiedzieć na pytania co o spadku meteorytów czy też o jasnym bolidach sądzili myśliwi 16 tysięcy lat temu, jest bardzo kusząca. I to co najmniej z dwóch powodów: nie wiemy jakimi pojęciami

¹ Paleolit – starsza epoka kamienia (łupanego); pierwszy okres epoki kamienia, związany z pojawieniem się prymitywnych narzędzi kamiennych. Jego początek datowany jest na 3/2,5–2 mln lat temu i przypisuje się go pojawieniu *Homo habilis*. Paleolit późny to okres od ok. 16 do ok. 10 tys. lat temu; obejmuje głównie działalność człowieka na Niżu Środkowoeuropejskim i wykształcenie nowych kultur np. magdaleńskiej czy hamburskiej. Kończy prehistoryczny okres rozwoju ludzkości (Kozłowski 2004).

ludzie wówczas się posługiwali i jak opisywali widziane zjawiska, ale też nasze wyobrażenia w zasadzie będą nieweryfikowalne.

Jak paleolityczny myśliwy mógł odbierać zjawiska bardzo jasnych bolidów? Prawdopodobnie jako element otaczającego go świata. Zapewne go to zainteresowało, może wystraszyło, ale po jego zakończeniu nic więcej przecież się nie działo (Bersanelli 2018). Po takim zjawisku świat wyglądał tak jak wcześniej! Nawet jeśli miał komu o tym opowiedzieć (o ile w powstających wówczas językach dało się to dokładnie opisać), to zapewne doświadczenia innych były takie same. To my współcześnie, obserwując najjaśniejsze bolidy zakładamy, że mogą one być zwiastunem upadku meteorytu, znamy bowiem mechanizm ich powstawania. Przez tysiące lat ludzie tego związku nie znali – bowiem bolid obserwowany z odległości setek kilometrów nie ma żadnego związku z dowolnym kamieniem leżącym na leśnej polanie czy półpustynnym szlaku.

Co innego, gdy ktoś zobaczył upadek meteorytu. Ale meteoryt meteorytowi nierówny. Spadek pojedynczego kamienia w ciągu dnia mógł przejść niemal niezauważony.² Inaczej było zapewne w przypadku spadku dużych ciał – mogły przerwać bardzo długo, wyróżniać się w otoczeniu (np. meteoryty żelazne) czy też wpłynąć na zmiany w krajobrazie w przypadku spadku kraterotwórczego, co podtrzymywało ewentualne przekazy (ustne, graficzne). Czy jednak poza niezwykłością wydarzenia, w sumie jednorazowego, miało ono wpływ na ludzi, których głównym celem było pozyskiwanie pożywienia lub znalezienie bezpiecznego miejsca w czasie wędrówki? Raczej nie. Takie zjawiska jak burze, gradobicia, ulewne deszcze, susze, zorze polarne, zjawiska optyczne w atmosferze były elementami otaczającej przyrody. Patrząc w niebo raczej byli zainteresowani zmianami położenia Słońca i Księżycy czy znanych układów gwiazd, by określić porę dnia czy nadchodzącą zmianę pory roku (Kozłowski 2004). Jednorazowe i rzadko spotykane zjawiska tych zmian nie zwiastowały.

Prawdopodobnie ówczesni ludzie o spadkach meteorytów myśleli to samo co o tornadach, wybuchach wulkanów czy trzęsieniach ziemi: to się po prostu zdarza. Na pytanie „dlaczego?”, zaczęto szukać odpowiedzi wiele tysięcy lat później.

Rewolucja neolityczna związana z pojawieniem się rolnictwa, prowadzeniem osiadłego trybu życia, ale też koniecznością dużo większej interakcji człowieka ze środowiskiem przyrodniczym, z jednej strony wymusiła większe zainteresowanie otoczeniem, ale z drugiej zwiększyła szansę na gromadzenie obserwacji i wiedzy, w pewnym sensie jej syntezę i właśnie próbę odpowiedzi „dlaczego?” (Hensel, Tabaczyński 1978).

² Na Ziemi w rozproszeniu (dodatkowo – nie wszystkie tereny nadawały się do polowań czy przebywania) żyło wówczas, wg różnych źródeł, nie więcej niż 3 do 6 milionów ludzi, przy średniej gęstości zaludnienia nie przekraczającej 0,04 osoby/km² (Gautney, Holiday 2015). Prawdopodobieństwo zobaczenia upadku meteorytu przez wielu ludzi było więc niewielkie, a do tego myśliwi przemieszczali się na nowe tereny łowieckie, więc nawet przekaz o takim wydarzeniu miał minimalną szansę na utrwalenie (może w podaniach, legendach), z czasem bardzo mocno przetworzony, trudny do potwierdzenia.

Rolnik z neolitu

Rewolucja neolityczna³ to przede wszystkim pojawienie się rolnictwa. Udomowienie zwierząt i roślin spowodowało zmiany w życiu ludzi. Po pierwsze zaczęli prowadzić osiadły tryb życia: chów zwierząt pozwolił ograniczyć konieczność polowań, a pokarmy roślinne były dostępne w większych ilościach, w pobliżu miejsca pobytu. Po drugie: rolnictwo wymagało poświęcenia większej uwagi środowisku naturalnemu i cyklom przyrodniczym. Niezbędna więc była tu wiedza przekazywana z pokolenia na pokolenie. Po trzecie, przynajmniej część ludzi nie zajmowała się bezpośrednio rolnictwem, ale można powiedzieć, że na rzecz rolnictwa i rolników świadczyła usługi – np. wytwarzała narzędzia, prowadziła wymianę towarów czy wykonywała obrzędy (Hensel, Tabaczyński 1978). Niewątpliwie osiadły tryb życia powodował pojawienie się wolnego czasu, który można było wykorzystać na naukę nowych umiejętności, poszerzanie wiedzy czy też udział w obrzędach religijnych (Eliade 1988).

Obserwacje nieba miały wymiar utylitarny, ale niewątpliwie też magiczno-religijny. Przekazywana wiedza natomiast wskazywała, że czasami na tym niebie dzieją się zjawiska niezwykle. Takimi zapewne były bolidy i spadki meteorytów.

Ludzie od tysięcy lat mają nawyk nazywania wszystkiego co ich otacza. Jest to zrozumiałe: coś, co ma nazwę nie jest już obce. Ma też swoją historię, bo już ktoś nazwę nadał, a więc miał z tym do czynienia. Dzieje się tak nawet w stosunku do rzeczy i zjawisk, których nie rozumiemy. Tak gromadzona wiedza, może służyć w codziennym życiu, ale również w powstaniu idei religijnych, a z czasem w rozwoju nauki. Te bowiem wymagają gromadzenia różnorodnych informacji. Obserwacje spadania meteorytów w różnych częściach zamieszkiwanego wówczas świata, mogło doprowadzić do powstania wielu wyobrażeń, na przykład takich, które mówiły, że niebo zbudowane jest z metalu albo kamienia. Z drugiej strony znajdowanie meteorytów żelaznych mogło przyczynić się do rozwoju metalurgii (Eliade 1993). To nadal są jednak tylko poszlaki: ślady zjawisk w tradycjach religijnych czy spowinowaczone nazwy nieba, żelaza, meteorytu, kamienia.

Starożytne cywilizacje

Wiele wskazuje na to, że w większości starych kultur i religii zjawiska meteorów i bolidów wiązano z mitologią, podaniami o duchach czy diabłach, albo też uważano je za „znaki od bóstw”.

³ Neolit – młodsza epoka kamienia (gładzonego), później epoka brązu; początek: na Bliskim Wschodzie ok. 11 tys. lat temu, w Chinach ok. 9,5 tys. lat temu, w Europie Środkowej ok. 7,5 tys. lat temu, w Ameryce Środkowej ok. 7–6,5 tys. lat temu. Rozwój rolnictwa, kultów religijnych, wytwarzania narzędzi i naczyń, tkactwa, handlu wymiennego. Zróżnicowanie społeczeństw doprowadziło do powstania klas społecznych. Około 6 tys. lat temu, Sumerowie opracowali system znaków potrzebnych do podliczania corocznych plonów, stanu bydła, pojemników ze zbożem – był to początek pisma (Ziółkowski 2009).

Natomiast meteoryty – zauważając, że „spadają z nieba” – traktowano często jako wysłanników boga, środek wymierzenia kary przez bogów czy pomoc niesioną przez dane bóstwo jednej z walczących stron. Takie opisy znajdujemy w Starym Testamencie, Koranie czy mitologiach przekazywanych pierwotnie ustnie (Korpikiewicz 2016, 2020).

To wszystko nie służyło dobrze chociażby próbom racjonalnego wyjaśnienia obserwowanych od zawsze przecież, zjawisk bolidów czy spadków meteorytów. A może wręcz przeciwnie – stawały się, zwłaszcza meteoryty, elementami systemów wierzeń i religii, a te jak wiadomo racjonalizacji nie podlegają.

Okolo 1200 r. p.n.e. w Orchomenos nad Morzem Czarnym spadł meteoryt, który umieszczono w świątyni Choryty – Gracji, a wydarzenie stało się podstawą powstania mitu o złotym runie Kolchidy i wyprawie Argonautów. W podobnych okolicznościach ok. 1000 r. p.n.e. powstał mit o Faetonie, a wiele wskazuje, że i Platon (424/423–348/347 p.n.e.) pisząc o zagładzie mitycznej Atlantydy miał na myśli skutki upadku meteorytu (Korpikiewicz 2020). Podobną uwagę można odnieść do historii zniszczenia Sodomy i Gomory opisanej w Starym Testamencie.

Na tym tle wyróżniają się Chiny. Tam obserwacje meteorów (i nie tylko) wykonywano na rozkaz cesarza i zapisywano je w kronikach; podobnie jak spadki meteorytów. Nie wiązano ich z wiarą czy mitologią, a opisy są bardzo rzeczowe.

I tak na przykład 23 marca 687 r. p.n.e. w roczniku Ma-Tuan-Li można znaleźć taki opis: „w przeciągu nocy nieruchome gwiazdy nie pojawiły się, noc była jasna, w środku nocy gwiazdy padały deszczem”. Z kolei w innej z kronik z 211 r. p.n.e. można przeczytać, że „spadła gwiazda, która zamieniła się w kamień” (Korpikiewicz 1986).

Meteoryty mogły mieć też znaczenie praktyczne, szczególnie żelazne. Żelazo pożądane ze względu na swoje właściwości (głównie twardość), było niezwykle trudno dostępne i wiele wskazuje na to, że zanim ludzie znaleźli je w skałach ziemskich, korzystali z tego co „podarowało im niebo”. W Egipcie, gdzie dostęp do żelaza był bardzo ograniczony, nazywano je *bi-n-pet* czyli *metal z nieba* (Eliade 2000). Stosunkowo późno zaczęto je pozyskiwać ze złóż kopalnych – piasków zawierających magnetyt w ziarnach, dlatego *metal z nieba* odegrał ważną rolę w kulturze egipskiej (Johnson 2014).

„Niepodobna orzec, czy Babilończycy przypisali meteorytom pochodzenie niebiańskie, kierując się swoimi koncepcjami kosmologicznymi, czy też na odwrót – doszli do owych koncepcji, obserwując już od bardzo dawna meteoryty oraz zapoznając się po raz pierwszy z żelazem, które było pochodzenia meteorytowego” pisał już kilka dekad temu M. Eliade (2000, s. 55), którego prace dotyczące historii religii znane są z licznych odniesień do materialnej strony historii cywilizacji. Podobne przemyślenia można odnieść do poglądów, które spotykamy wśród filozofów greckich. Część z nich podejmowała próby opisanie otaczającego świata w sposób naukowy, widząc przede wszystkim materialny aspekt przyrody. Mamy

więc Jonczyków⁴ i Pitagorejczyków⁵, którzy jako pierwsi próbowali, wychodząc od spekulacji, dotrzeć do wiedzy naukowej na temat świata i wszechświata. Był to początek filozofii europejskiej, który kończy się z pojawieniem Sokratesa (469–399 p.n.e.). Kieruje on bowiem swoje (i uczniów) rozważania zdecydowanie na sprawy ludzkie. Następujący po nim Platon i Arystoteles (384–322 p.n.e.) starali się łączyć te nurty, wywierając ogromne piętno na nauce, aż do czasów przedświeceniowych w XVIII w.

Oczywiście nie jest to miejsce na analizowanie poglądów czy stawianych hipotez przez Talesa z Miletu (620–546 p.n.e.), Pitagorasa (570–495 p.n.e.) czy Heraklita z Efezu (540–480 p.n.e.), chociaż są one niezmiernie ciekawe.

Jest jednak filozof, przy którym nie sposób się nie zatrzymać: chodzi o Anaksagorasa z Klazomenaj w Jonii. Urodzony ok. 500 r. p.n.e., grecki filozof chciał bowiem być tylko i wyłącznie badaczem otaczającego świata.

Anaksagoras

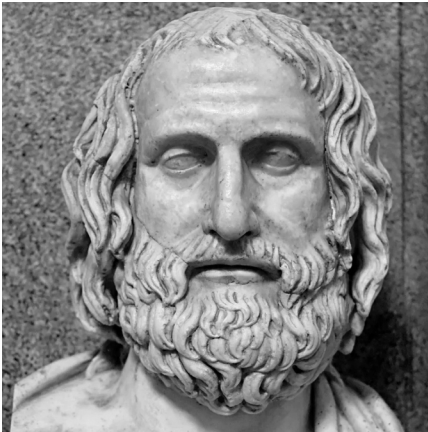
Uczony miał za poprzedników jońskich filozofów przyrody, szczególnie zaś Heraklita z Efezu, ale poglądy ich interpretował często w odmienny sposób, wskazując na istnienie nieskończenie wielu pierwiastków, które nazywał *homoiomierami*. Pierwotnie miały się one znajdować w bezwładnej mieszaninie (*sfairos*), a w skutek ruchu, łączyły się tworząc rzeczy (*materię zagęszczoną*). Poglądy i filozofia Anaksagorasa są niezwykle ciekawe; stały się swego rodzaju fundamentem dla następnych pokoleń uczonych nie wyłączając Platona i Arystotelesa, a nawet filozofów nowożytnych (Graham 2013).

Dla nas ciekawe są szczególnie koncepcje astronomiczne Anaksagorasa. Jest to zaskakująca mieszanka: z jednej strony uważał, że Ziemia jest płaska i całkowicie nieruchoma w środku świata, a z drugiej potrafił całkowicie poprawnie wyjaśnić mechanizm powstawania zaćmień Słońca i Księżyca, wskazując przy tym, że Księżyc świeci odbitym światłem słonecznym. Filozof uważał, że wokół Ziemi krążą niewidoczne ciała, zaś Słońce i gwiazdy są rozgrzanymi do białości kamieniami, ale ciepła gwiazd nie odczuwamy, gdyż są bardzo daleko od nas. Słońce jest bliżej i jest większe od Peloponezu. A czasami niektóre kamienie mogą spadać na Ziemię (Kirk i inni 1999).

W 468 r. p.n.e. miało miejsce następujące zdarzenie: „Na niebie, od strony zachodniej, ukazała się wielka świecąca kula, która poruszała się szybko po linii krzywej. Odpryskiwały od niej świecące odłamki, które spadały na ziemię, gasły i jakby ulatniały się” (Kupis 1972, s. 130). W wyniku spadku meteorytu, nieopodal rzeki Ajgospotamoj w Chersonezie Trackim powstał krater, w którym znaleziono meteoryt (Korpikiewicz 1978a).

⁴ Pierwsi filozofowie żyjący w starożytnej Jonii; zaczęli poszukiwać racjonalnego wytłumaczenia zjawisk zachodzących w przyrodzie.

⁵ Pitagorejczycy uważali, że „wszystko jest liczbą”; każdemu bytowi można było przyporządkować liczbę np. mierząc czy ważąc; wnieśli ogromny wkład do nauki starożytnej, zwłaszcza w zakresie matematyki, astronomii oraz teorii muzyki.



Rys. 1. Anaxagoras (źródło: www.tarihistan.org/anaxagoras-ay-tanri-degil/21695/).
Fig. 1. Anaxagoras (source: www.tarihistan.org/anaxagoras-ay-tanri-degil/21695/).

Istnieje legenda, że Anaxagoras przewidział to zdarzenie (Dreyer 1953), a na podstawie obserwacji wyznaczył miejsce upadku ciała. Można ją nawet znaleźć w kilku współczesnych opracowaniach (np. Roskał 2012). Ma ona dowodzić nadzwyczajnej wiedzy filozofa i ogromnej intuicji naukowej, a nawet sam Anaxagoras stawiany jest w roli twórcy meteorytyki (Korpikiewicz 1978b). Zastanawia tylko, dlaczego filozof o tak ogromnej wiedzy i umiejętnościach, nie przyjmował do wiadomości, że Ziemia ma kształt kuli, na co wskazywało wiele dowodów obserwacyjnych...

Absolutnie niemożliwe jest by Anaxagoras (ani nikt żyjący w tamtym okresie i długo później też) był w stanie przewidzieć upadek meteorytu w określonym czasie i miejscu. Nawet współcześnie jest to niezwykle trudne, wymaga zaobserwowania zbliżającego się ciała odpowiednio wcześniej (najlepiej kilka dni – minimum kilka godzin), wyznaczenia parametrów jego drogi w odniesieniu do orbity ziemskiej i położenia planety. Nawet w przypadku zaobserwowania bolidu wyznaczenie, gdzie ewentualnie mógł spaść meteoryt nie jest łatwe. Nieprzekraczalnym minimum jest dokonanie obserwacji równoczesnych zjawiska z dwóch różnych miejsc, przy czym ich lokalizacja musi być dokładnie znana (współrzędne geograficzne). Im więcej obserwacji (najlepiej rejestracji fotograficznych i wideo) tym dokładność będzie większa, ale często nie wszystkie pozyskane dane są przydatne. Do tego ważne jest uwzględnienie innych parametrów, jak chociażby prędkość wiatru na różnych wysokościach. A to z kolei wymaga znajomości budowy i właściwości atmosfery...

Wniosek jest prosty: Anaxagoras 2,5 tys. lat temu nie miał **ŻADNYCH** możliwości by przewidzieć (ewentualnie obliczyć), czas i miejsce spadku meteorytu. Czy zatem całą historię należy przekreślić? Zdecydowanie nie! Wiele wskazuje na to, że słyszał (czytał?) o takich zjawiskach, być może miał już w ręku meteoryt i po prostu twierdził, że w każdej chwili może się to wydarzyć. I miał szczęście: wydarzyło się! Uznając, że to zjawisko spotykane i naturalne, próbował wyjaśnić jego przyczynę. A czy wtedy już myślał o kamiennych gwiazdach i Słońcu, czy też podjął tę myśl dopiero gdy meteoryt (kamień) spadł, tego się już zapewne nigdy nie dowiemy.

Jest to więc prawdopodobnie pierwsza próba racjonalnego powiązania spadku meteorytów z budową innych ciał niż Ziemia, ale zdaje się, że zbyt abstrakcyjna dla współczesnych i następców filozofa – nikt tego tematu nie podjął, a Arystoteles, który poglądy Anaksagorasa dobrze znał, potraktował je z daleko idącym dystansem – nie pasowały wszak do jego koncepcji budowy świata, a tym bardziej do teorii wyziewów.

Świat Arystotelesa. I jego Wszechświat

Arystoteles znany jest jako jeden z największych filozofów Starożytności. Jest to skojarzenie słuszne, ale nie zapominajmy, że był on jednym z pierwszych uczonych – badaczy świata. A ponieważ pozostawił po sobie niezwykle bogatą spuściznę piśmienniczą, możemy poznać jego obserwacje i wiedzę, ale również poglądy i stawiane hipotezy, a nawet dowody na ich potwierdzenie bądź odrzucenie. Arystoteles gromadził całą współczesną mu wiedzę, systematyzował ją i komentował, przekazując swym następcom. Nie stronił od sięgania do historii i wspierania się wynikami swych poprzedników, dzięki czemu możemy poznać również ewolucję wiedzy jaka dokonywała się w Starożytności. Szczególnym zainteresowaniem Arystotelesa cieszył się świat jako miejsce życia człowieka, ale też wszystko co ten świat otaczało, a w systemie filozofa było poza zasięgiem ludzi, zwierząt czy roślin. Krótko mówiąc: Arystoteles był naukowcem-przyrodnikiem.

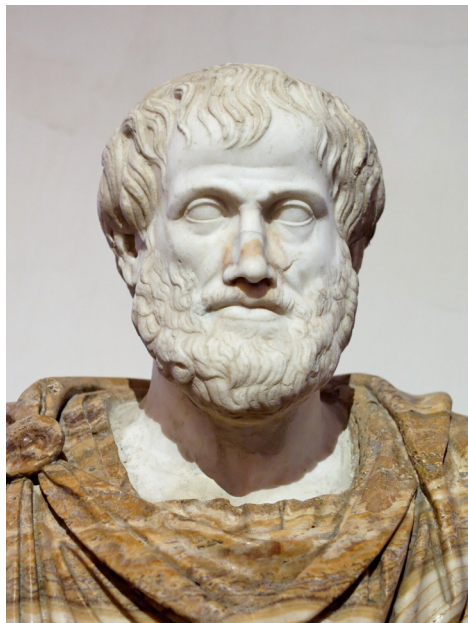
A jak widział Arystoteles ŚWIAT/WSZECHŚWIAT?

Według filozofa Wszechświat jest wieczny (nieograniczony w czasie), ale za to ma określone granice (jest ograniczony przestrzennie). W jego środku znajduje się całkowicie nieruchoma Ziemia, otoczona dwudzielnym światem/wszechświatem. Arystoteles wydziela dwa okręgi: nadksiężycowy i podksiężycowy. Okrąg nadksiężycowy zajmują ciała obecnie nazywane niebieskimi (astronomicznymi). Jest tam więc sfera złożona z gwiazd stałych, sfery planet (Saturna, Jowisza, Marsa, Wenus, Merkurego), Słońca i Księżyca. Okrąg nadksiężycowy jest niezmienny i doskonały. Wypełnia go materia eteryczna⁶ poruszająca się ruchem najdoskonalszym z wszystkich czyli kolistym. Czynnikiem sprawczym ruchów ciał w okręgu nadksiężycowym są ich doskonałe dusze, czy też czysta inteligencja. Nie wiadomo z jakiej ewentualnie materii zbudowane są te ciała, ale na pewno doskonałej i nie mają nic wspólnego z materią świata podksiężycowego (Średniawa 2001).

Okrąg (obszar) podksiężycowy jest pod każdym względem niedoskonały, a jego istotną cechą jest przypadkowość. Ruchy w tym obszarze dzielą się na wymuszone i naturalne. Każde ciało w świecie podksiężycowym ma swoje miejsce (spoczynku) do którego dąży. Materia obszaru podksiężycowego składa się z czterech żywiołów: ziemi, wody, powietrza i ognia. Każdy z tych elementów jest w jakiś sposób niedoskonały; żywioły te mogą się również mieszać ze sobą.

W świecie podksiężycowym istnieją dwa absolutne kierunki: w górę i w dół. Ziemia (ciało ciężkie) porusza się w dół, zaś ogień (ciało lekkie) w górę – w ten

⁶ Arystoteles nie dopuszczał istnienia próżni! (Aryst. *O powstawaniu i niszczeniu* – księga I).



Rys. 2. Arystoteles. Rzymska kopia greckiego popiersia Arystotelesa, wykonanego ok. 330 r. p.n.e. przez rzeźbiarza Lizypa (źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna).

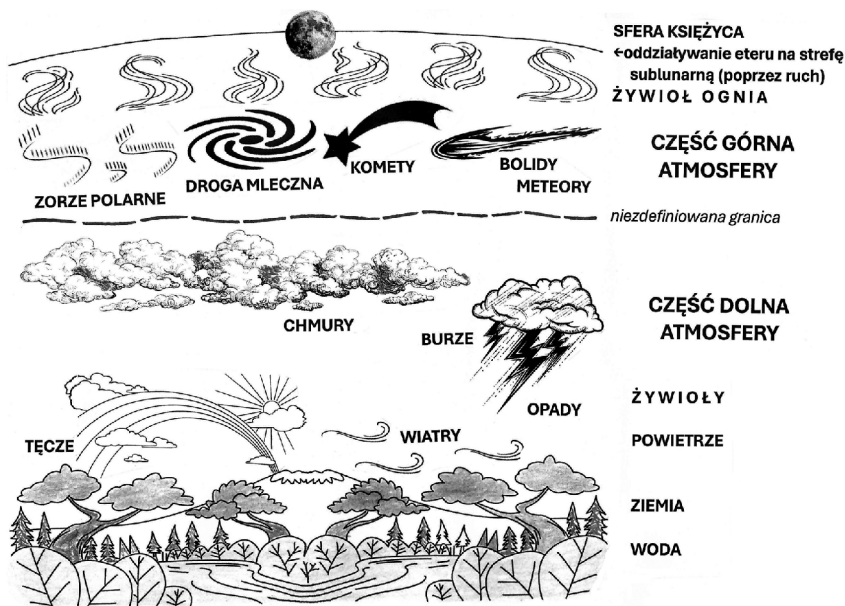
Fig. 2. Aristotle. Roman copy of a Greek bust of Aristotle, made around 330 B.C. by the sculptor Lysippus (source: Wikimedia Commons, public domain).

sposób mają osiągnąć stan spoczynku⁷. Każdy inny ruch jest ruchem wymuszonym i musi mieć stale działającą przyczynę, która działa w trakcie całego trwania ruchu (tzw. „poruszyciel”) (Średniawa 2001). Te stwierdzenia legły u podstaw próby wyjaśnienia funkcjonowania środowiska przyrodniczego Ziemi i jej składowych np. atmosfery.

Arystoteles zdając sobie sprawę z rozległości obszaru sublunarnego, ale również istotności funkcjonowania atmosfery, poświęca jej sporo miejsca w swych pracach, a finalnie tworzy samodzielne dzieło (4 księgi) zatytułowane *Meteorologika* (Aryst.). Tam dokonuje podziału sfery podksiężycowej na część dolną i część górną oraz wskazuje na znaczenie teorii wyziewów. Teoria ta chociaż zdaje się mieć starszą proveniencję – chociażby prace Anaksymandra czy Heraklita (Laertios 2004), została przez Arystotelesa uszczegółowiona i wprzęgnięta w jego wyjaśnienia dotyczące funkcjonowania strefy sublunarniej.⁸

⁷ Wodę Arystoteles definiuje jako ciało ciężkie, a powietrze jako ciało lekkie (Aryst. *O niebie* – księga III).

⁸ Teoria wyziewów opiera się na obserwacji zjawiska parowania i słusznym stwierdzeniu, że w procesie tym najważniejszą rolę odgrywa ciepło (Aryst. *Meteorologika* – księga I). Oczywiście nie doszukujemy się tu wyjaśnienia fizycznego przemian fazowych we współczesnym znaczeniu, ale fundamentalne znaczenie parowania, kondensacji czy resublimacji w fizyce atmosfery wskazuje, że intuicja Arystotelesa była tu właściwa. Jednak teoria wyziewów została przez filozofa zastosowana bardzo szeroko do wyjaśnienia wielu zjawisk i procesów, które z parowaniem nie mają wiele wspólnego, np. trzęsienia ziemi czy tworzenie się komet (Aryst. *Meteorologika* – księga II). Wyziewy według Arystotelesa mogą być bardzo różne i niekoniecznie materialne. Materialnym zapewne będzie wilgoć (dziś powiedzielibyśmy para wodna), ale także mogą to być cząstki innych żywiołów. Oddzielnym zagadnieniem jest „ogień”, ale nie w znaczeniu procesów spalania, a raczej jako substytut „ciepła”, chociaż nie w każdym analizowanym zjawisku.



Rys. 3. Budowa atmosfery wg Arystotelesa (źródło: opracowanie własne. Opracowanie graficzne: Sonia Kosińska).

Fig. 3. Structure of the atmosphere according to Aristotle (source: own study. Graphic design: Sonia Kosińska).

I tu dochodzimy do celu podjętych rozważań: jak Arystoteles wyjaśniał zjawiska meteorów i meteorytów. Przede wszystkim pamiętamy, że filozof nie dopuszczał w swych rozważaniach takiego rozwiązania, by jakikolwiek wyziew czy inny element strefy subksiężycowej wywierał wpływ na to co dotyczy świata nadksiężycowego, a więc wszystkie zjawiska musiały zachodzić w strefie podksiężycowej. To były dwa odrębne obszary i wymiana między nimi „żywołów” była absolutnie niemożliwa. Były przecież zbudowane z zupełnie innej materii, miały różne właściwości, poruszały się na innych zasadach i z innych przyczyn. A więc patrząc też w drugą stronę, niejako w kierunku ziemskiej atmosfery, która miała sięgać strefy Księżyca, Arystoteles nawet nie rozważał możliwości „spadnięcia” idealnej materii ze strefy gwiazd do strefy podksiężycowej.

Prawdę mówiąc, w dziełach Arystotelesa w ogóle trudno jest znaleźć bezpośrednie odniesienia do „kamieni spadających z nieba”. Ponieważ odrzucił wcześniejsze koncepcje Anaksagorasa, spadek meteorytu opisany przez niego skomentował następująco: „Kiedy zatem komety⁹ pojawiają się często oraz w znacznych ilościach, wtedy – zgodnie z tym, co mówimy – z całą pewnością nadchodzą lata suche i wietrzne. Kiedy zaś pojawiają się rzadziej i są niewielkie, wtedy pogoda jest bardziej umiarkowana, chociaż tu i ówdzie pojawiać się może silny długotrwały huragan. Tak na przykład w okolicy Ajgospotamaj spadł z powietrza kamień,

⁹ Pamiętajmy, że komety to również według Arystotelesa zjawiska atmosferyczne, efekt wyziewów suchych.

który przez cały dzień miotany był gwałtownym wichrem. W tym właśnie czasie ukazała się kometa na zachodzie.” (Aryst. *Meteorologika* – księga I, s. 455). Nie ma tu więc żadnej możliwości, by takie ciała pochodziły z poza strefy sublunarnej, bo i komety, i wiatry, i meteory, i wszelkie zjawiska zachodzą w atmosferze.

Natomiast kolejne wskazówki i wyjaśnienia znajdziemy dalej w arystotelesowskiej *Meteorologice*, w księdze III. Możemy tam przeczytać: „Tyle więc i takie są skutki wyziewów w przestrzeni ponadziemskiej¹⁰. Z kolei omówić należy zjawiska w samej Ziemi spowodowane zamkniętym w jej czeluściach wyziewem.

Tworzy on podwójny rodzaj ciał, jako też sam jest tu podwójny, podobnie jak ponad Ziemią. [podkreślenie – JWK] Istnieją, jak twierdzimy, dwa wyziewy: wilgotny i suchy. Dwa są także rodzaje powstających w Ziemi ciał: minerały i metale. Wyziew suchy pod wpływem zawartego w nim gorąca powoduje powstawanie wszystkich minerałów, jak nietopliwe kamienie, sandarak, ochra, minia, siarka i inne tego rodzaju substancje. Większość minerałów jest już to kolorowym pyłem, już to, jak cynober, powstałym stąd kamieniem. Metale pochodzące z wyziewu wilgotnego dadzą się kuć i odlewać, jak na przykład żelazo, złoto i miedź. Wszystko to sprawia wilgotny wyziew zamknięty w Ziemi, głównie w kamieniach. Ich suchość zespała się w jedno i zagęszcza, podobnie jak zagęszcza się rosa lub szron, kiedy wydziela się wyziew.” (Aryst. *Meteorologika* – księga III, s. 527).

A zatem, skoro z wyziewów w „czeluściach Ziemi” mogą powstawać „nietopliwe kamienie” czy żelazo, to czy nie mogą powstawać w „górnjej atmosferze, ponad Ziemią”? Takie wyjaśnienia były wcale często spotykane jeszcze na początku XIX w. (Kosiński 2012a, 2012b)! I nie dziwi też długo i powszechnie używana nazwa: aerolit, czyli „powietrzny kamień”.

Po Arystotelesie

Być może P.T. Czytelnicy zdziwieni są tak obszernym przedstawieniem prac Arystotelesa, szczególnie, że jego teoria powstania meteorów i ewentualne domniemanie na temat powstawania meteorytów nie mają nic wspólnego z rzeczywistością (a filozof nawet nie łączył tych zjawisk ze sobą). Może wręcz nie ma sensu szukać mu miejsca w historii meteorytyki. A jednak...

Cały system arystotelesowski, jego teorie i próby wyjaśnienia funkcjonowania otaczającego nas świata, znalazły podatny grunt w chrześcijaństwie. Gdy stało się ono dominującą religią w Europie, Arystoteles został wyrocznią między innymi w sprawach przyrodniczych. W Średniowieczu nie przyjmowano do wiadomości faktów, których wyjaśnienia nie można było znaleźć w jego pismach. Co prawda zdarzały się prace krytyczne wobec dzieł filozofa, ale jednocześnie nie potrafiono opracować dla nich satysfakcjonującej wszystkich alternatywnej teorii (Bersanelli 2016). Na średniowiecznych europejskich uniwersytetach, kandydat na profesora przed mianowaniem musiał złożyć przysięgę, iż zgodza się z poglądami Arystotelesa, „a zwłaszcza z jego poglądem na naturę komet” (Ley 1984, s. 48).

¹⁰ Tu: sublunarnej, podksiężycowej.

Rys. 4. Średniowieczny świat geocentryczny. W obszarze podksiężycowym jest tylko to co ziemskie, a najwyżej unosi się żywioł ognia. Graniczy on ze sferą Księżyca. Dalej są sfery planet i Słońca, a świat zamyka sfera gwiazd. To kosmos Arystotelesa. Chrześcijaństwo dołożyło do tej konstrukcji Boga, świętych i aniołów (źródło: Konrad von Megenberg *Das Buch der Natur*, 1499. Opracowanie graficzne: Sonia Kosińska).

Fig. 4. *The medieval geocentric world. In the sublunar region there is only what is earthly, and the element of fire rises highest. It borders the sphere of the Moon. Next are the spheres of the planets and the Sun, and the world is closed by the sphere of stars. This is Aristotle's cosmos. Christianity added God, saints and angels to this construction (source: Konrad von Megenberg *Das Buch der Natur*, 1499. Graphic design: Sonia Kosińska).*



Poglądy i teorie Arystotelesa wzmocnione autorytetem Ptolemeusza panowały w europejskiej nauce w zasadzie do drugiej połowy XVIII w. Znaczące zmiany zaczęły się wraz z rozwojem idei Oświecenia, chociaż w niektórych dziedzinach pojawiały się nieco wcześniej (np. teoria heliocentryczna w astronomii).

Rozpowszechnianie i stopniowe przyjmowanie przez uczonych kopernikowskiego modelu budowy Układu Słonecznego, sprzyjało podejmowaniu jego badań. Miało też niebagatelny wpływ na możliwości innego spojrzenia na „kamienie z nieba”. W otwartych nowych przestrzeniach znalazło się miejsce dla „nowych” ciał niebieskich: planet, księżyców, planetoid, komet, meteoroidów. Podział na świat podksiężycowy i nadksiężycowy stracił sens, a materia budująca różne ciała, mogła mieć podobne właściwości w różnych częściach układu planetarnego.

Przed Chłodnim

Nowe spojrzenie na strukturę układu planetarnego Słońca, obserwacje i badania Galileusza, prawa ruchu planet (ale przecież również innych ciał) Keplera, wreszcie wskazanie na powszechność i znaczenie siły grawitacji przez Newtona, wymusiły zupełnie inne spojrzenie na Ziemię – spojrzenie przez pryzmat nauki. Nadszedł w wieku XVIII czas na zupełnie inne rozumienie budowy i funkcjonowania Ziemi i Kosmosu, a przede wszystkim na odrzucenie bardziej wyobrażeń niż teorii czy praw Arystotelesa. Nie był to proces łatwy również ze względu na stanowisko kościołów chrześcijańskich, mających wpływ na funkcjonowanie opiniotwórczych uniwersytetów. Z tego powodu badacze powoływali towarzystwa naukowe, które miały swobodę działania i możliwość publikowania wyników swoich prac bez kościelnej cenzury. To znacząco przyspieszyło rozwój nauki i pozwoliło ostatecznie uwolnić się od Arystotelesa.

Wiek XVIII można nazwać okresem premeteorytyki¹¹; czasem, gdy podjęto próby udowodnienia, że meteoryty spadają na powierzchnię Ziemi (co nie wszyscy akceptowali!) i wskazania na ich pochodzenie. Pomimo oporu różnych środowisk i czasem kuriozalnych prób zaprzeczania świadectwu dziesiątek osób, które były świadkami spadków meteorytów, zbierano wszystkie informacje oraz same meteoryty. W XVIII w. udokumentowano 38 spadków meteorytów oraz zebrano obserwacje dziesiątków bolidów wskazując na ich związki (Burke 1986). Meteoryty stały się również przedmiotem zainteresowania coraz szybciej rozwijającej się mineralogii. Już w 1772 r. przeprowadzona została analiza francuskiego meteorytu Luce, który spadł w 1768 r. Stwierdzono jednak, że jest to skała ziemska (Lavoisier 1772). Po latach znakomity angielski chemik, mineralog i badacz meteorytów E. Howard skomentował te wyniki tak: „Niestety, wykonano je na części zbiorczej, a nie na poszczególnych substancjach; rozkładały się w nim nieregularnie. Otrzymane proporcje były zatem równie przypadkowe, jak rozmieszczenie każdej substancji w masie.” (Howard 1802, s.187). To właśnie badania Howarda wskazały na fakt, że w żelazie meteorytowym występuje nikiel, a ich autor przedstawił hipotezę, że tym właśnie żelazo meteorytów różni się od ziemskiego. Badania innych chemików i mineralogów potwierdzały powyższe wyniki, co pozwoliło postawić tezę, że chociaż spadające z kosmosu skały składają się z tych samych pierwiastków co ziemskie, to ich inne właściwości wskazują, że powstały w odmiennym środowisku (Sears 1976).

To wszystko w połączeniu z hipotezą Chłodniego, odkryciem planetoid i badaniami komet, pozwoliło uznać, że meteoroidy mogą przemierzać przestrzeń Układu Słonecznego napotykać od czasu do czasu Ziemię. Dopełnieniem tych badań, były również próby odpowiedzi na pytanie co się dzieje w czasie spotkania meteoroidu z ziemską atmosferą (zjawiska meteorów i bolidów). Ale do tego potrzebne były z kolei badania gazowej powłoki Ziemi (jej właściwości; m.in. gęstość, wysokość – zasięg oddziaływania). Tu również trzeba było odrzucić poglądy Arystotelesa, a poznanie atmosfery nie było łatwe.

Meteorytyka (i meteoryka) stała się ważną składową w procesie badania ziemskiej atmosfery, szczególnie po przyjęciu, że mamy następujący ciąg: meteoroid > meteor/bolid > meteoryt. Obserwacje meteorów wskazywały, że z atmosferą wchodzi w interakcję kosmiczne ciała, a meteoroidy wskazywały, dokąd sięga ziemska atmosfera. To już jest jednak wiek XIX i całkiem ciekawy temat na kolejny artykuł.

Literatura

- Aryst. (Arystoteles) – wszystkie odniesienia i cytaty pochodzą z: Arystoteles, 1990, *Dzieła wszystkie*, tom 2: *Fizyka / O niebie / O powstawaniu i niszczeniu / Meteorologia / O świecie / Metafizyka*, Warszawa.
- Bersanelli M., 2016, *Il grande spettacolo del cielo*, Milano.

¹¹ Przedrostek pre- w języku polskim „tworzy wyrazy nazywające lub określające coś, co jest początkową fazą czegoś lub występuje wcześniej od czegoś” (Słownik języka polskiego PWN, 2006).

- Burke J.G., 1986, *Cosmic Debris. Meteorites in History*, Berkeley.
- Dreyer J. L.E., 1953, *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, New York.
- Eliade M., 1988, *Historia wierzeń i idei religijnych*, Tom 1, *Od epoki kamiennej do misteriów eleuzyńskich*, Warszawa.
- Eliade M., 1993, *Kowale i alchemicy*, Warszawa.
- Eliade M., 2000, *Kosmologia i alchemia babilońska*, Warszawa.
- Gautney J.R., Holliday T.W., 2015, *New estimations of habitable land area and human population size at the Last Glacial Maximum*, *Journal of Archaeological Science*, Vol. 58, s. 103–112.
- Graham D.W., 2013, *Science before Socrates. Parmenides, Anaxagoras, and the New Astronomy*, Oxford.
- Hensel W., Tabaczyński S., 1978, *Rewolucja neolityczna i jej znaczenie dla rozwoju kultury europejskiej*, Wrocław.
- Howard E., 1802, *Experiments and observations on certain stony substances, which at different times are said to have fallen on the Earth; also on various kinds of native iron*, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 92, s. 168–212.
- Johnson D., 2014, *Iron from the sky*, *The Geological Society, Geoscientist/Archive/April-2014*.
- Kirk G., Raven J., Schofield M., 1999, *Filozofia przedsokratejska. Studium krytyczne z wybranymi tekstami*, Warszawa.
- Korpikiewicz H., 1978a, *Astronomia Anaksagorasa*, *Urania*, R. XLIX, nr 12, s. 354–358.
- Korpikiewicz H., 1978b, *Z historii meteorytyki*, *Urania*, R. XLIX, nr 9, s. 276–277.
- Korpikiewicz H., 1986, *Cywilizacja kamienia niebieskiego. Meteory i meteoryty w ludzkiej kulturze*, *Urania*, R. LVI, nr 9, s. 232–243.
- Korpikiewicz H., 2016, *Symbolika i kult: meteory i meteoryty*, *Lingua ac Communitas*, t. 26, s. 15–29.
- Korpikiewicz H., 2020, *Wszechświat twoim domem. Kosmoekologia*, Poznań.
- Kosiński J.W., 2012a, *Teorie pochodzenia meteorytów w Polsce w I połowie XIX w.*, *Acta Societatis Meteoriticae Polonorum*, 3, s. 48–54.
- Kosiński J.W., 2012b, *Jan Sebastian Dembowski – epigon teorii atmosferycznego pochodzenia meteorytów*, *Acta Societatis Meteoriticae Polonorum*, 3, s. 55–61.
- Kozłowski J.K., 2004, *Świat przed „rewolucją” neolityczną*, *Wielka Historia Świata t. 1*, Kraków.
- Kupis B., 1972, *Myslenie ma kapitalną przeszłość. W kręgu pierwszych filozofów*, Warszawa.
- Laertios D., 2004, *Żywoty i poglądy słynnych filozofów*, Warszawa.
- Lavoisier A., 1772, *Sur un effect singular de tonnerre*, *Observations sur la physique, sur la histoire naturelle, et sur les Arts*, 2, s. 310–312.
- Ley W., 1984, *W niebo wpatrzeni. Nieoficjalna historia astronomii od Babilonu do ery kosmicznej*, Warszawa.
- Roskal Z.E., 2012, *Kosmos chtoniczny. Historyczny rozwój monistycznej interpretacji kosmosu*, Lublin.
- Sears D.W., 1976, *Edward Charles Howard (1774–1816) and an early british contribution to meteoritics*, *Journal of British Astronomical Association*, vol. 86, nr 2, s. 133–139.
- Średniawa B., 2001, *Historia filozofii przyrody i fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim*, Warszawa.
- Ziółkowski A., 2009, *Historia powszechna. Starożytność*, Warszawa.