

Piotr Błaszczyk

ORCID: 0000-0002-3501-3480

Instytut Matematyki, Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej

Kraków

Kazimierz Mrówka

ORCID: 0000-0002-2882-7136

Instytut Socjologii, Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej

Kraków

BUDOWA MATERII W „METEORACH” KARTEZJUSZA

Structure of matter in *The Meteors* by Descartes

Summary: This paper aims to introduce *The Meteors*, one of the three essays, along with *The Dioptrics* and *The Geometry*, appended by Descartes to the edition of the *Discourse on the Method* in 1637. It presents shared features rather than a detailed analysis of successive ‘meteorological’ phenomena. The philosopher addresses the issue in Discourse One, *On the Nature of Earthly Bodies*, designed to introduce the entire essay, then also in Discourse Two, dedicated to the phenomena of vapors and fumes. The word ‘meteors’, associated today with astronomy, in the 17th c., referred to phenomena in the sublunar world, with an obvious connection to Aristotle’s tradition. Starting from phenomena between the Moon and the Earth, the essay portrays meteorological phenomena such as winds, thunderstorms, lightning, rain, snowfall, and rainbows. We analyze the issues presented in these two discourses: the molecular structure of matter, subtle matter, vapor, and fumes, and show that Descartes’s hypothesis of the molecular structure of matter differs significantly from the ancient atomism.

Keywords: Descartes, meteors, matter, atomism, vapors, fumes

Słowa kluczowe: Kartezjusz, meteory, materia, atomizm, opary, wyziewy

Meteory są drugim w kolejności esejem dołączonym do *Rozprawy o metodzie*¹. Pierwszym jest *Dioptryka*², a całość wydania dopełnia i zamyka *Geometria*. Ustalona kolejność jest historyczna, to znaczy określa ewolucję budowania dzieła. W zamyśle Kartezjusza, z początku miało ono ograniczyć się do eseju poświęconego optyce, następnie pojawił się pomysł dołączenia części o zjawiskach zwanych „meteorami”³, a na końcu dociekań matematycznych. *Dioptrykę z Meteorami* łączy „znajomość rzeczy”, które zależą od „ogólnych zasad natury”, a które to, według Kartezjusza, „nie zostały jeszcze dobrze wyjaśnione”⁴. „Ogólne zasady natury” miały być sformułowane i wyjaśnione w traktacie pt. *Świat albo Traktat o świetle (Le Monde ou Traité de la lumière)*⁵, z którego ostatecznej redakcji i wydania Kartezjusz zrezygnował po wydaniu wyroku Świętego Oficjum w 1633 r. w sprawie Galileusza. Spora część tej pracy znalazła się jednak w esejach dołączonych do *Rozprawy o metodzie*. O ile jednak „zasady metody” zostały przedstawione w *Rozprawie o metodzie*, o tyle „zasady natury” nie doczekały się ostatecznego opracowania. Zamiast więc odwoływać się do zasad, Kartezjusz czyni co najwyżej „założenia”⁶. Te ostatnie w *Dioptryce* i *Meteorach* sformułowane są *explicite*. W *Geometrii* zaś podając słynną klasyfikację krzywych, Kartezjusz klasyfikuje wszystkie krzywe, *implicite* wszystkie trajektorie poruszających się punktów, „które są w naturze”⁷.

Sama *Rozprawa o metodzie* jest wstępem i zarazem spoiwem całego dzieła, choć w konstrukcji różni się zdecydowanie od pozostałych części. Przyjmuje bowiem formę opowieści autobiograficznej, którą czyta się dobrze i przyjemnie. Autor świadomie stara się uwieść czytelnika lekką formą, przystępnym językiem, który nie ma nic wspólnego z typowym hermetycznym tekstem naukowym, a on

¹ Więcej na temat historii wydania *Rozprawy o metodzie* i dołączonych do niej esejów oraz późniejszego rozpadu dzieła zob. Kartezjusz, *Geometria*, tłum. i koment. P. Błaszczyk, K. Mrówka, Kraków 2015, s. 11–14.

² Polski przekład i komentarz zob. Kartezjusz, *Dioptryka*, tłum. i koment. P. Błaszczyk, K. Mrówka, Kraków 2018.

³ O zamyśle dołączenia *Meteorów* do *Dioptryki* Kartezjusz pisze wyraźnie w liście z 1.11.1635 do holenderskiego uczonego Constatijna Huygensa, zob. R. Descartes, *Oeuvres de Descartes*, publ. par Ch. Adam, P. Tannery, Paris 1897–1913, t. 1, s. 329–330.

⁴ Kartezjusz, *Rozprawa o Metodzie, w celu prawidłowego kierowania rozumem i poszukiwania prawdy w naukach oraz Dioptryka, Meteory i Geometria, które są próbami tej Metody*, tłum. P. Błaszczyk, K. Mrówka, Kraków 2023 (wydanie faksymilowe, zachowujące paginację wydania z 1637 r.). Dalej skrót RoM. Podobnie też, jak w *Dioptryce*, Kartezjusz przyjmuje na wstępie założenia, dodając: „Ale postaram się podać je tak prosto i tak łatwo, że być może uwierzycie w nie bez problemu, zanim jeszcze zdążę je objaśnić”, s. 159.

⁵ Zob. Kartezjusz, *Geometria*, s. 11–12.

⁶ Na temat „założeń” (*suppositions*) zob. R. Descartes, *Discours de la Méthode suivi de la Dioptrique, les Météores, la Géométrie et le traité de Mécanique*, [w:] „Oeuvres complètes”, t. 3, red. J.-M. Beyssade, D. Kambouchner, Paris 2009, s. 272. Dalej skrót BK.

⁷ Kartezjusz, *Geometria*, s. 319.

sam jawi się nie jako uczony wypowiadający się do grona „wtajemniczonych”, lecz do „wszystkich”. Jednak ten spersonalizowany charakter *Rozprawy* kończy się wraz ze wstępem. Tytuły dołączonych do niej dzieł zapowiadają wprawdzie „eseje”, czyli luźne formy literacko-filozoficzne, jednak ich treść wypełniają trudne zagadnienia naukowe. Jest to jedna z głównych przyczyn, dla których dzieło Kartezjusza zostało wydane tylko jeden raz w całości, w 1637 r., a potem nastąpił jego rozpad. *Rozprawa o metodzie* stała się samodzielnym traktatem, wykraczającym poza ramy nauki, czytany powszechnie, natomiast eseje — dziełami naukowymi, czytany głównie przez specjalistów w danej dziedzinie⁸. Nie można jednak zapominać, że całe dzieło spaja wewnętrznie to, co dla Kartezjusza najważniejsze, czyli metodę. Trzy eseje miały być dla filozofa tryumfalnym marszem metody przez trzy kluczowe pola nauki: filozofię, fizykę i matematykę.

Celem artykułu jest wprowadzenie w *Meteory* Kartezjusza. Przy czym nie chodzi tu o szczegółową analizę kolejnych zjawisk „meteorologicznych”, ale o przedstawienie ich ogólnej — to znaczy wspólnej wszystkim — natury. Filozof czyni to głównie w *Rozprawie Pierwszej, O naturze ciał ziemskich*, która jest zarazem wprowadzeniem do całego eseju, a także w *Rozprawie Drugiej*, poświęconej zjawiskom oparów i wyziewów. Dlatego pochylimy się szczególnie nad poruszonym w tych dwóch *Rozprawach* zagadnieniem cząsteczkowej budowy materii, materii subtelnej oraz oparów i wyziewów. Zrozumienie budowy cząsteczek, ich łączenia się i rozłączania, środowiska, w jakim się ono dzieje, praw tym rządzących, daje klucz do zrozumienia wszystkich innych zjawisk. W kolejnych *rozprawach* filozof rozważa szczegółową naturę meteorów, natomiast w pierwszej i drugiej — ogólną. Wykażemy również, że chociaż Kartezjusz inspirował się tu starożytnym atomizmem, to jednak jego hipoteza cząsteczkowej budowy materii znacząco odbiega od antycznego wzorca.

Samo słowo „meteory”, kojarzone dziś z astronomią, w XVII w. określało zjawiska i rzeczy w świecie podksiężycowym, co miało oczywisty związek z tradycją Arystotelesa. Chodzi ogólnie o zjawiska między Księżycem a Ziemią. Stąd właśnie esej wypełnia opis zjawisk meteorologicznych, takich jak wiatry, burze, pioruny, opady deszczu i śniegu czy tęcza.

⁸ Sam Kartezjusz twierdził, że *Dioptryka* i *Meteory* mogą być zrozumiałe przez „wszystkich”, a dopiero *Geometria* jedynie przez wtajemniczonych wstępnie w tę dziedzinę. Należy jednak podkreślić, że lektura *Rozprawy o metodzie* w pełnym oderwaniu od esejów, pozostawia pewien niedosyt. Podobnie zresztą jak lektura esejów w oderwaniu od siebie, jak i od samej *Rozprawy*. Pojęcie metody filozoficznej nabiera pełniejszego znaczenia w zestawieniu z zastosowaniem technik geometrii greckiej w *Dioptryce* oraz geometrii analitycznej w *Geometrii*. To właśnie tłumaczy naszą chęć wydania *Rozprawy o metodzie* w jednym tomie, wraz z esejami. Zob. RoM, s. 534–535.

Geneza powstania *Meteorów*

Impulsem do podjęcia prac nad meteorami było dla Kartezjusza zjawisko parhelionu (słońca pobocznego), które 20 marca 1629 r. w Rzymie zaobserwował astronom Christoph Scheiner⁹. Przyszły autor *Meteorów* najwyraźniej mocno zainteresował się parhelionem i odkładając na bok inne prace¹⁰, zaangażował się w próbę wyjaśnienia tego zjawiska. Szybko doszedł jednak do wniosku, że nowych badań domagają się również inne zjawiska występujące w świecie podksiężycowym¹¹. Samemu parhelionowi poświęcił filozof ostatnią, Dziesiątą Rozprawę *Meteorów*. Zamyśl, który filozof podjął w 1629 r., ewoluował w czasie, aż do finalnej wersji z 1637 r. Co najmniej rok przed wydaniem filozof miał już wstępnie ustalony „porządek” (*l'ordre*) dzieła¹².

Warto w tym miejscu podkreślić, że od początku szczególną wagę poświęcił również zagadnieniu kolorów i tęczy¹³, co sprawiło mu najwięcej trudności; również dla czytelników Rozprawa Ósma jest najtrudniejszą do zrozumienia częścią *Meteorów*. Z drugiej strony, jest najważniejszą i zarazem najbardziej aktualną częścią dzieła. Jest to jedyny fragment *Meteorów*, w którym filozofia „miesza się” z matematyką i odgrywa kluczową rolę w ustaleniu położenia tęczy pierwotnej i wtórnej¹⁴. Pozostałe części eseju wchodzą w zakres filozofii, a dokładnie filozofii „założeń”, co przez wspomniany porządek dzieła, nawiązujący do średniowiecznych wydań *Meteorologiki*, może sugerować, że jest to najbardziej scholastyczna część *Rozprawy o metodzie*. *Geometria* jest matematyką czystą, *Dioptryka* łączy matematykę z filozofią, a same *Meteory* są przede wszystkim dziełem filozoficznym¹⁵. Jednak filozofia jest tu uprawiana zgodnie z metodą zarysowaną we wstępie do całego dzieła, zaś omawiany esej, jak pisze Gilson (za

⁹ Ch. Scheiner lub Scheinerus (1573–1650), niemiecki fizyk i astronom, autor *Rosa Ursina sive Sol* (1611). Notabene uczony związany z Nysą, gdzie był pierwszym superiorem gimnazjum prowadzonym przez Jezuitów. Jak wiadomo, w tym samym modelu nauczania, we francuskiej La Flèche, kształcił się Kartezjusz.

¹⁰ Chodzi o traktat poświęcony w całości metafizyce, którego nowa wersja pt. *Meditationes de prima philosophia*, ukaże się w 1641 r., a więc cztery lata po publikacji *Rozprawy o metodzie*.

¹¹ W liście do uczonego przyjaciela Marina Mersenne’a, datowanym 8.10.1629, Kartezjusz pisze: „Musiałem przerwać to, co miałem pod ręką, aby zbadać w porządku wpierw wszystkie *Meteory*, z których nie byłem zadowolony”, R. Descartes, *Oeuvres de Descartes*, t. 1, s. 23.

¹² Co potwierdza korespondencja z tym samym Mersenne’em, zob. Ibidem, s. 340.

¹³ „Tęcza jest cudem natury tak niezwykłym, a jej przyczyna we wszystkich czasach była poszukiwana przez światłe umysły i tak mało poznana, że nie potrafiłbym wybrać bardziej odpowiedniej materii, aby pokazać, w jaki sposób za pomocą stosowanej przeze mnie metody możemy zdobyć wiedzę, jakiej nie mieli ci, których pisma posiadamy”, RoM, s. 250.

¹⁴ Zagadnieniu tęczy poświęciliśmy osobny artykuł, zob. P. Błaszczuk, K. Mrówka, *Dwie tęcze Kartezjusza*, „Konspekt” 2014, t. 4, s. 149–154.

¹⁵ Zob. E. Gilson, *Météores cartésiens et Météores scolastiques*, „Revue néo-scholastique de philosophie” 1920, nr 88, s. 359. Zob. też BK, s. 15, 605.

Ch. Adamem), miał być „wyzwaniem rzuconym filozofom Szkoły”¹⁶, co było jednym z najważniejszych powodów dołączenia pracy do *Rozprawy o metodzie*¹⁷.

Podziw

Każde z czterech dzieł współtworzących *Rozprawę o metodzie*, rozpoczyna się „mocnym akcentem”, czyli zdaniem wprowadzającym w treść całości, o znaczeniu sapiencjalnym (połączenie wiedzy z doświadczeniem) i walorach literackich (zdanie — sentencja, którą można cytować zawsze i wszędzie). Czytamy więc początek *Rozprawy o metodzie*: „Zdrowy rozsądek jest rzeczą najlepiej rozdzieloną na świecie”¹⁸. A dalej, początek *Dioptryki*: „Całe nasze kierowanie życiem zależy od zmysłów, spośród których ten wzroku jest najbardziej uniwersalny i najwznioślejszy”¹⁹. I pierwsze zdanie *Geometrii*: „Wszystkie problemy geometrii da się łatwo sprowadzić do takich wyrażeń, że wystarczy znać długości pewnych linii prostych, aby przeprowadzić ich konstrukcje”²⁰, definiuje geometrie analityczną. Nie inaczej jest w *Meteorach*:

Naturalnie bardziej podziwiamy rzeczy, które są ponad nami, niż te znajdujące się na podobnej wysokości lub poniżej. I choć chmury rzadko przekraczają szczyty niektórych gór, a często nawet widzimy je poniżej wierzchołków dzwonnicy, to jednak, aby je oglądać, musimy zwrócić oczy ku niebu; dlatego wyobrażamy je sobie tak wzniesione, że nawet poeci i malarze tworzą z nich tron Boga, który własnymi rękoma otwiera i zamyka wrota wiatrów, zrasza kwiaty i ciska piorunem o skały. Co pozwala mi mieć nadzieję, że jeśli wyjaśnię tu ich naturę, aby nie pozostawić już sposobności dziwienia się niczemu, co w nich widać lub co od nich pochodzi, wtedy łatwo będzie uwierzyć, że w ten sam sposób można znaleźć przyczyny tego wszystkiego, co najbardziej zadziwia nad Ziemią²¹.

W języku francuskim pierwsze zdanie brzmi: *Nous avons naturellement plus d'admiration*. „Podziw” („admiration”) jest najważniejszą „namiętnością duszy”

¹⁶ E. Gilson, *Météores cartésiens et Météores scolastiques*, s. 360. Ten sam francuski historyk zestawia i porównuje zawartość *Meteorów* oraz podręcznika z Coimbry, obowiązującego w szkołach jezuickich i omawiającego *Meteorologikę* Arystotelesa, ukazując przedmiotową zależność od scholastyki (ta sama tematyka), a z drugiej strony niezależność myślenia (nowa metoda).

¹⁷ W podobnym duchu genezę *Meteorów* i włączenie ich do *Rozprawy o metodzie* tłumaczy Michel Blay: „Decydując się na własną publikację traktatu zawierającego zagadnienia [tj. meteorów — P.B., K.M.], tak samo całkowicie klasyczne, co naukowo bardzo aktualne, Kartezjusz postawił sobie pierwsze wyzwanie: wykazać wyższość swych zasad i własnej metody nad wszystkimi dotychczasowymi wyjaśnieniami”, BK, s. 269.

¹⁸ RoM, s. 3.

¹⁹ Kartezjusz, *Dioptryka*, s. 1.

²⁰ Kartezjusz, *Geometria*, s. 1.

²¹ RoM, s. 157.

według Kartezjusza²². Chodzi o termin „wagi ciężkiej”, charakterystyczny dla całej tradycji filozoficznej. Na przykład u Platona: „To stan bardzo znamienity dla filozofa: dziwić się (τὸ θαυμάζειν). Nie ma innego początku filozofii, jak to właśnie”²³; i u Arystotelesa: „Dzięki bowiem dziwieniu się (διὰ γὰρ τὸ θαυμάζειν) ludzie obecni, jak i pierwsi myśliciele, zaczęli filozofować”²⁴. Θαυμάζω znanaczy „dziwić się”, „podziwiam”.

Pojęcie „meteorów”

Jak w każdym dobrym wstępie do rozprawy naukowej, tu również pada zapowiedź tego, o czym będzie mowa. „Naturalnie bardziej podziwiamy rzeczy, które są ponad nami”, czyli właśnie meteory. W języku greckim μετέωρος znaczy dosłownie: „podniesiony z ziemi”, „w powietrzu”, „wysoko w powietrzu”. Stąd tytuł dzieła Arystotelesa, *Μετεωρολογικά*, która oznacza znajomość meteorologii²⁵. Meteory obejmowały zjawiska występujące w strefie sublunarnej, czyli podksiężycowej. Nie obejmowały natomiast strefy gwiazd stałych. W wymiarze sublunarnym wszystkie rzeczy podlegają przemianie, w tym powstawaniu i ginieciu. Z kolei w wymiarze gwiazd stałych wszystko jest wieczne, nic nie powstaje i nie ginie.

Już sam tytuł *Meteory* świadczy o dużym wpływie scholastyki i Stagiryty na Kartezjusza. A jeszcze bardziej zawartość eseju anonsonowana tutaj przez autora. Dzieło Arystotelesa towarzyszy Kartezjuszowi od pierwszej rozprawy do ostatniej. Przypomnijmy w tym miejscu, że podstawy dostępnej wtedy wiedzy, Kartezjusz nabył w szkole jezuickiej La Flèche, w której przebywał w latach 1607–1615. Podręcznikiem do nauki meteorów były komentarze do *Meteorologii* Arystotelesa wydane na Uniwersytecie w Coimbrze²⁶. Chodzi o wydane w 1592 r., na Uniwersytecie w Coimbrze, komentarze do *Meteorologii* Arystotelesa. Drugim źródłem były dla Kartezjusza wykłady współczesnego mu francuskiego teologa Charles’a François d’Abra de Raconis’a.

²² Zob. R. Descartes, *Traité des passions de l’âme*, cz. 2, Paris 1649, s. 83.

²³ Platon, *Teajtet*, 155d, [w:] Platon, *Dialogi*, t. 2, tłum. W. Witwicki, Kęty 1999, s. 351. W tej samej części Sokrates wspomina o Irydzie, bogini tęczy, córce Taumasa, czyli Podziwu (Ἰρίν Θαύμαντος ἑκγονον). Część *Meteorów*, poświęcona zjawisku tęczy, dobrze wpisuje się w tradycję platońską; jest też najważniejszą częścią dzieła.

²⁴ Arystoteles, *Metafizyka*, 982b, [w:] Arystoteles, *Dzieła wszystkie*, t. 2, tłum. K. Leśniak, Warszawa 1990, s. 620. Stagiryta dziwienie się, podziw myślicieli odnosi w pierwszej kolejności do zjawisk przyrodniczych i powstania świata. W tym samym kontekście wypowiada się Kartezjusz. „Admiracja” w *Meteorologii* dotyczy właśnie zjawisk przyrodniczych.

²⁵ Słownik grecko-angielski Liddell-Scott: „skilled in meteorology”, Zob. H.G. George Liddell, R. Scott, *A Greek-English Lexicon*, www.perseus.tufts.edu [dostęp 4.01.2024].

²⁶ *Commentarii Collegii Conimbricensis Societatis Jesu in libros Meteororum Aristotelis Stagiritae*, Coimbra 1592.

Według Arystotelesa:

[...] rozpatruje ona [meteorologika — P.B., K.M.] zjawiska ukazujące się wprawdzie zgodnie z naturą, ale już nie tak regularnie jak w strefie pierwszego żywiołu²⁷. Chodzi o zjawiska występujące najbliżej orbit gwiazdnych, a mianowicie: Droga Mleczna, komety, meteory, gwiazdy spadające, a także i te zjawiska, które uważamy za wspólne dla wody i powietrza, a wreszcie dotyczące części Ziemi, jej kształtów i właściwości. Dzięki temu dowiemy się o przyczynach wiatrów, trzęsieniu ziemi oraz o innych zjawiskach uzależnionych od tego rodzaju poruszeń. Niektóre są dla nas niezrozumiałe, inne częściowo pojmujemy. Zajmiemy się także uderzeniami piorunów, trąbami powietrznymi, wirami i innymi jeszcze zjawiskami powtarzającymi się w odpowiednich odstępach czasu, a wywołanymi zgęszczeniem powstałym w nich samych²⁸.

Należy podkreślić, że starożytne i siedemnastowieczne rozumienie meteoru było dużo szersze niż dzisiejsze i obejmowało wszystko to, co jest i dzieje się między Księżycem a Ziemią. Współcześnie natomiast chodzi o świetlisty ślad, jaki zostawia za sobą wpadający w atmosferę ziemską meteoroid, czyli kawałek skały, o wielkości pośredniej między pyłem kosmicznym a planetoidą.

Meteory jako mieszanina niedoskonała

Wyrażenia „mieszanina doskonała” i „mieszanina niedoskonała” są wyrażeniami scholastycznymi. Kartezjusz wymienia je tylko jeden raz w całym dziele i nie zajmuje się nimi szczegółowo. Wspomina o nich dokładnie w kontekście porządkowania zapowiadanej treści dzieła i w odniesieniu do innych myślicieli; „o których mówią”, czyli scholastycy: „złożone z doskonałej mieszaniny (*un mélange parfait*) żywiołów; jak również te meteorów, o których mówią, że są złożone jedynie z niedoskonałej mieszaniny (*un mélange imparfait*)”²⁹.

W XVII w. za „mieszaninę niedoskonałą” uznawano formę, która zachowywała formę składowych elementów, natomiast za „formę doskonałą” uznawano tę, która była nową formą. Do tej pierwszej należały formy nieożywione, takie jak właśnie meteory, a również minerały i metale. Do tej drugiej należały formy ożywione, takie jak rośliny, zwierzęta i ludzie. Na przykład człowiek, chociaż złożony z elementów ziemi, wody, powietrza i ognia, jest nową, nieredukowalną formą. Ale już na przykład lód zachowuje formę elementu wody. Il. 1. przedstawia wycinek z leksykonu Antoine’a Furetière’a dotyczący terminu „mixte”.

²⁷ Chodzi tu właśnie o strefę gwiazd stałych.

²⁸ Arystoteles, *Meteorologika*, tłum. A. Paciorek, Warszawa 1990, 338a–339a.

²⁹ RoM, s. 158.

M I X.

MIXTE. subst. masc. Corps mixte, c'est-à-dire, composé du mélange des élemens. Tous les corps de la region élémentaire sont reputés *mixtes*, comme étant composez des élemens qui ne se trouvent point purs. Il y a des corps *mixtes* parfaits, ou imparfaits. Les *mixtes parfaits* sont des corps animez, où les élemens sont transformez par un parfait mélange : tels sont les plantes, les bêtes, les hommes. Les *mixtes imparfaits* sont des corps inanimez dont la forme n'est pas différente de celle des élemens; tels que sont les meteoros, les mineraux, les metaux. Le propre de l'Art Chymique est de refondre les *mixtes* en leurs principes, en leurs plus petites parties. On ne sçauroit recueillir toutes les parties d'un *mixte*. R O H. Reduire les *mixtes* en leurs principes. L A C H A M.

Il. 1. A. Furetière, *Dictionnaire universel contenant généralement tous les mots françois, tant vieux que modernes, et les termes de toutes les sciences et des arts*, t. 2, La Haye et Rotterdam 1701, hasło „mixte”.

Natura ciał ziemskich i materia subtelna

Po krótkim wprowadzeniu w całość dzieła, w Rozprawie Pierwszej, Kartezjusz przechodzi do ogólnego omówienia natury ciał ziemskich. Twierdzi, że „woda, ziemia, powietrze i wszystkie inne otaczające nas ciała są złożone z wielu cząsteczek (*petites parties*) o różnych kształtach i rozmiarach”³⁰. Na przykład cząsteczki wody są „długie, połączone i śliskie, niczym małe węgorze”³¹, które mimo wzajemnego łączenia łatwo ulegają rozdzieleniu. I przeciwnie, cząstki tworzące tzw. „ciała twarde” mają kształty nieregularne, tak iż łączą się „podobnie jak różne gałęzie krzewów rosnących w jednym żywopłocie”³², które trudno rozdzielić. Tego rodzaju cząstki tworzą ziemię, drewno i wszystkie inne ciała stałe. Takie ujęcie przypomina atomistyczną koncepcję materii w ujęciu Leucy-pa i Demokryta, w której atomy różnią się kształtem, wielkością i położeniem względem siebie. Te gładkie tworzą nietrwałe rzeczy, natomiast haczykowate tworzą rzeczy mocno spojone. Jednak w odróżnieniu od starożytnych myślicieli, którzy zakładali istnienie próżni, tak, aby poruszające się atomy mogły zmieniać

³⁰ RoM, s. 159.

³¹ Ibidem.

³² Ibidem.

położenie i łączyć się stale w nowe formy, według Kartezjusza między cząsteczkami występują przerwy, które wypełnia materia subtelna³³, a na którą oddziałuje światło. Zatem próżnia nie istnieje³⁴. Z kolei w *Zasadach filozofii* Kartezjusz mówi o spoczynku i ruchliwości cząstek, co pozwala odróżnić ciała ciekłe od stałych: „ciekłe ciała są podzielone na mnóstwo bardzo małych cząstek wstrząsanych na przemian przez rozmaite siły, stałe zaś są te, których wszystkie cząstki wzajem względem siebie pozostają w spoczynku”³⁵.

Czym jest „materia subtelna” (*matière subtile*)? Jest to wyrażenie, którego Kartezjusz używa przy wyjaśnieniu natury światła, co czyni również w *Dioptryce*, w *Rozprawie Pierwszej* i krótko w *Rozprawie Dziewiątej*. W tej ostatniej, „materia subtelna” pojawia się w samej definicji światła: „nie jest ono niczym innym w ciałach przezroczystych, jak działaniem lub skłonnością do poruszania się pewnej bardzo subtelnej materii, która wypełnia ich pory”³⁶.

Naturę materii subtelnej Kartezjusz wyjaśnia odwołując się do obrazu kadzi wina. Il. 2. przedstawia drzeworyt zamieszczony w siedemnastowiecznym oryginale³⁷.

W *Rozprawie Pierwszej Dioptryki* czytamy:

Oto kadź w czasie winobrania, wypełniona winogronami zmiażdżonymi w połowie, a w której dnie zrobiono dziurę lub dwie, A i B, przez które może płynąć wypełniające je słodkie wino. Dalej pomyślcie, że w Naturze nie ma pustki, co przyznają prawie wszyscy Filozofowie; niemniej, wszystkie ciała, które postrzegamy wokół nas, mają liczne pory, co doświadczenie może jasno wykazać; pory muszą być wypełnione jakąś bardzo subtelną i bardzo płynną materią, która rozciąga się nieprzerwanie od Gwiazd aż do nas³⁸.

³³ „Materia delikatna” w przekładzie W. Babijczuka. Zob. *Meteory Kartezjusza*, Wrocław 2009, *passim*.

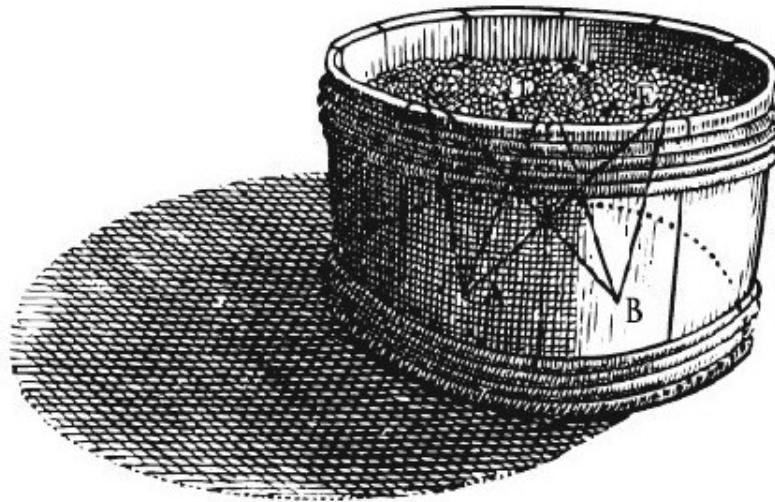
³⁴ W końcowej części *Rozprawy Pierwszej* Kartezjusz odrzuca możliwe porównanie jego teorii ciał ziemskich ze starożytnym atomizmem. Zob. zakończenie naszego artykułu.

³⁵ Kartezjusz, *Zasady filozofii*, tłum. I Dąbska, Kęty 2001, s. 76.

³⁶ Ibidem, s. 122. Ciała przezroczyste, czyli powietrze, woda, soczewka, kryształ itd.

³⁷ Drzeworyty zamieszczone w esejach dołączonych do *Rozprawy o metodzie*, są dziełami sztuki edytorskiej. Ich autorem jest Frans van Schooten (1615–1660), matematyk i artysta holenderski, syn innego matematyka o tym samym imieniu i nazwisku. Notabene, Kartezjusz przywiązywał dużą wagę do estetyki wydania *Rozprawy o metodzie*. Wydawca Jan Maire z Lejdy miał zagwarantować mu wysoką jakość wydania dzieła. O ile stało się tak w przypadku drzeworytów, o tyle sam druk zawierał wiele błędów, do czego w dużej mierze przyczynił się język francuski wydania, zamiast zwyczajowej łaciny. Oryginalnych drzeworytów z wydania z 1637 r. nie chcieliśmy przenosić automatycznie z oryginału, ponieważ biodegradacja papieru, przetarcia i plamy spowodowały, że ryciny straciły swój oryginalny wygląd. W celu przywrócenia ich piękna zostały one starannie odrestaurowane cyfrowo przez Katarzynę Kopańską.

³⁸ Ibidem, s. 6.



Il. 2. Kartezjusz, *Dioptryka*, drzeworyt. Źródło: K. Mrówka, P. Błaszczuk, *Rozprawa o Metodzie, w celu prawidłowego kierowania rozumem i poszukiwania prawdy w naukach oraz Dioptryka, Meteory i Geometria, które są próbami tej Metody*, tłum. P. Błaszczuk, K. Mrówka, Kraków 2023 [dalej skrót: RoM], s. 6.

Materię subtelną porównuje Kartezjusz do wina w kadzi, natomiast wszystkie pozostałe składniki, takie jak ciała przezroczyste (na przykład powietrze), do winogron. O ile więc winogrona symbolizują ciała mniej subtelne, o tyle wydobyty z nich moszcz, przerabiany na wino, symbolizuje materię subtelną.

Cała materia w świecie ma charakter korpuskularny. Nie inaczej jest z materią subtelną. Ta ostatnia nie dzieli się na cząsteczki jednorodne, ale te o różnych wielkościach i różnym potencjale sił. Z kolei ciała ziemskie nie mają gładkich powierzchni, lecz w każdym przypadku pokrywają je pory (*pores*), czyli bardzo małe otwory, do których może wnikać materia subtelna. Istnienie porów w przedmiotach pozwala Kartezjuszowi wyprowadzić oryginalną koncepcję ciepła i zimna. Mianowicie, doświadczenie ciepła i zimna jest związane z:

1. Ułożeniem porów na dotykany przedmiocie. Im są one ciaśniej ułożone, tym trudniej wnika w nie materia subtelna.
2. Ruchem materii subtelnej, która nie mogąc wnikać w ciała o gładkich powierzchniach, słabo oddziałuje na cząsteczki tworzące owe ciała. Im ciaśniej ułożone są pory, tym zimniejsze jest odczucie przedmiotu przez podmiot odczuwający.
3. Subiektywnym doświadczeniem podmiotu, który dotyka dane ciało. Chodzi o odbieranie bodźców zewnętrznych przez układ nerwowy, w tym wypadku odpowiedzialnych za zmysł dotyku. Tak więc ciepło i zimno nie są obiektywnymi własnościami przedmiotów, ani nie są czysto subiektywnym doświad-

zeniem podmiotu, ale są ruchem materii subtelnej „lub innej przyczyny”, oddziałującej na podmiot dotykający i przedmiot dotykany.

Wyjaśniwszy wcześniej naturę ciepła i zimna, Kartezjusz może teraz opisać zjawisko powstawania lodu. Tam, gdzie cząstki materii subtelnej wnikają w pory ciała, mamy do czynienia z cieczą, w tym wypadku wodą. Im trudniej jest wnikać materii subtelnej w ciało, tym mniej ruchu generuje i tym chłodniejsza jest woda, aż do przejścia w ciało stałe w postaci lodu.

[...] należy sądzić, że istnieje taka proporcja między siłą materii subtelnej a oporem cząstek innych ciał, że gdy jest poruszona i nie jest bardziej subtelna niż ma to w zwyczaju w miejscach przy powierzchni ziemi, wtedy ma siłę pobudzania i poruszania oddzielnie, a nawet zaginania większości cząsteczek wody między którymi prześlizguje się, a przez to upłynniania jej; gdy jednak nie jest bardziej poruszona, ani mniej subtelna, jak to ma w zwyczaju w miejscach wysoko w powietrzu lub czasami przy ziemi w zimie, wtedy nie ma wystarczającej siły do zaginania i poruszania cząstek w ten sposób, co powoduje, że zatrzymują się, bezładnie połączone i ułożone jedna na drugiej, tworząc w ten sposób ciało stałe, mianowicie lód. Tak iż możecie nawet wyobrazić sobie, że różnica między wodą i lodem jest taka jak między stosem małych węgorzy, żywych lub martwych, ślizgających się po kutrze rybackim pełnym dziur, przez które wlewa się woda z rzeki, która porusza je, a stosem takich samych węgorzy na brzegu, całkiem suchych i sztywnych z zimna. A ponieważ woda zamarza tylko wtedy, gdy materia znajdująca się między jej cząstkami jest bardziej subtelna niż zwykle, to z tego wynika, że tworzące się wtedy w lodzie pory, dostosowując się do wielkości cząstek tej subtelniejszej materii, układają się w ten sposób, że nie mogą przyjąć tej mniej delikatnej; dlatego właśnie lód jest zawsze bardzo zimny, nawet jeśli przechowa się go do lata, a nawet zachowuje twardość, nie mięknieć powoli jak wosk, ponieważ ciepło przenika do środka tylko wtedy, gdy powierzchnia staje się płynna³⁹.

Kartezjusz powraca jeszcze do tej kwestii w *Zasadach filozofii*, opisując zmianę powietrza w wodę oraz zmianę wody w lód:

Ale chciałbym tyle tylko zaznaczyć, jak dokładnie wszystko to ze sobą się zgadza i jak z takiego powstania wody wynika, że między grubością jej cząstek a grubością cząstek powietrza, a także między nimi samymi a siłą, z jaką w ruch je wprawiają kuleczki drugiego elementu, taki musi zachodzić stosunek, iż gdy owe kuleczki nieco słabiej niż zwykle działają, [wówczas] zmieniają wodę w lód. A cząstki powietrza w wodę. Gdy zaś działają nieco silniej, obracają delikatniejsze cząstki wody — mianowicie te, które są giętkie — w powietrze⁴⁰.

³⁹ RoM, s. 162.

⁴⁰ Kartezjusz, *Zasady filozofii*, s. 167.

Opary i wyziewy

Podejście Kartezjusza jest nowatorskie w stosunku do tradycji Arystotelesa, która wiązała powstanie lodu z wyziewami z ziemi. Pochodzenie oparów i wyziewów autor *Meteorów* omawia w Rozprawie Drugiej. W filozofii przyrody Arystotelesa, w wymiarze sublunarnym materia podlega procesowi tworzenia i rozpadu. Proces ten determinowany jest przez elementy (στοιχεῖα) i jakości pierwotne. Istnieją cztery elementy: ziemia, woda, powietrze i ogień⁴¹ oraz cztery jakości: zimne, wilgotne, gorące i suche. Łącząc ze sobą elementy i jakości w pary otrzymujemy sześć możliwych⁴², z których dwie sprzeczne należy odrzucić: gorący i zimny, suchy i wilgotny. I tak kolejno: gorące i suche określa ogień, gorące i wilgotne — powietrze, zimne i wilgotne — wodę, zaś zimne i suche — ziemię. Elementy podlegają przeobrażeniu i dzieje się tak wtedy, gdy jedna z jakości zostaje zamieniona inną. Na przykład ogień zmieni się w powietrze, gdy suche zamieni się z wilgotnym. I odwrotnie, powietrze zmieni się w ogień, gdy wilgotne zamieni się z suchym. Jeśli natomiast zamianie ulegną dwie jakości, wtedy element przechodzi w swoje przeciwieństwo. Na przykład ogień zmieni się w wodę, gdy gorące i suche zamieni się z zimnym i wilgotnym. Elementy sąsiadujące ze sobą wykazują częściowe podobieństwo przez to, że mają wspólną jedną z dwu jakości. O przeciwieństwie elementów decyduje różnica obu jakości. Jest to jedynie schemat przemiany elementów, bowiem w świecie realnym στοιχεῖα nie występują w postaci niezmieszanej i każde ciało jest mieszaniną elementów. Tworzenie i niszczenie ciał dokonuje się nie tylko przez przemianę, ale również przez łączenie się elementów i ich rozpad.

W Księdze I *Meteorologii* Arystoteles pisze o naturze oparów⁴³ i wyziewów:

⁴¹ W wymiarze gwiazd stałych jest jeszcze piąty element — eter. Elementy oraz jakości są nawiązaniem do myśli Empedoklesa, wchłoniętej i przepracowanej w ramach systemu stworzonego przez Arystotelesa.

⁴² Ἐπειδὴ τέτταρα τὰ στοιχεῖα, τῶν δὲ τεττάρων ἔξ αἱ συζεύξεις, τὰ δ' ἐναντία οὐ πέφυκε συνδυάζεσθαι (θερμὸν γὰρ καὶ ψυχρὸν εἶναι τὸ αὐτὸ καὶ πάλιν ξηρὸν καὶ ὑγρὸν ἀδύνατον), φανερόν ὅτι τέτταρες ἔσονται αἱ τῶν στοιχείων συζεύξεις, θερμοῦ καὶ ξηροῦ, καὶ θερμοῦ καὶ ὑγροῦ, καὶ πάλιν ψυχροῦ καὶ ὑγροῦ, καὶ ψυχροῦ καὶ ξηροῦ. Przekład L. Regnera: „Ponieważ są cztery pierwiastki, z czterech zaś powstaje sześć par, przeciwieństwa natomiast z natury nie łączą się w pary — ten sam bowiem byt nie może być gorący i zimny ani znów suchy i wilgotny, przeto oczywiste jest, że będą cztery pary jakości pierwiastkowych, a mianowicie: gorące i suche, gorące i wilgotne, zimne i wilgotne, zimne i suche”, [w:] Arystoteles, *O powstawaniu i niszczeniu*, tłum. L. Regner, Warszawa 1990, Ks. 2, 330b. Preferujemy przekład „elementy”, w znaczeniu czegoś, co jest podstawą. Notabene to samo słowo występuje w tytule głównego dzieła Euklidesa. Zob. P. Błaszczuk, A. Petiurenko, *Commentary to Book I of the Elements. Hartshorne and beyond*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia ad Didacticam Mathematicae Pertinentia” 2021, nr 13, s. 88–90.

⁴³ „Mgła” w przekładzie A. Paciorka.

Przyjąć zatem należy, iż z tego, co nazywamy powietrzem, część okalająca Ziemię jest wilgotna i ciepła, gdyż zawiera zarówno mgłę jak i wyziew pochodzący z ziemi. Część górna natomiast jest ciepła i sucha. Mgła bowiem z natury jest wilgotna i zimna, wyziew natomiast — suchy i ciepły. Toteż mgła jest jakby wodą w możliwości, wyziew zaś takim samym ogniem⁴⁴.

Dlaczego opary i wyziewy są tak ważne w meteorologii Arystotelesa? Mianowicie, wraz z czterema elementami: ziemią, wodą, powietrzem i ogniem, składają się na przyczynę materialną wszystkich zjawisk w świecie podksiężycowym. Chodzi tu o jedną z czterech przyczyn w systemie Stagiryty, obok formalnej, sprawczej i celowej. Co ważne, przyczyna materialna i sprawcza dominują w całej meteorologii, a wyjaśnieniem, czym tutaj są, starożytny filozof zajmuje się już na samym początku dzieła. Przyczyną sprawczą zjawisk przyrodniczych jest „moc poruszających się odwiecznie ciał”⁴⁵, co w przypadku meteorów oznacza „moc” Słońca i Księżyca. Strefa gwiazd stałych wpływa więc na strefę sublunarną poprzez wprowadzanie wszystkiego w ruch. I tak jak ruch w wyższym wymiarze jest wieczny, tak samo wieczne jest występowanie ogólnych zjawisk (na przykład burzy w ogóle) w wymiarze niższym, mimo powstawania i niszczenia tych konkretnych (burzy, która pojawia się i znika). Krótko mówiąc, strefa gwiazd stałych użycza ruchu strefie podksiężycowej.

Kartezjusz zachowuje starożytne pojęcie „oparów” i „wyziewów”. Poświęca im całą Rozprawę Drugą, tuż po wprowadzeniu w meteorologię i objaśnieniu *novum* cząsteczkowej budowy materii. Podobnie jak u Stagiryty, są one kluczem do wyjaśnienia całej gamy meteorów, ale już nie w połączeniu z czterema elementami, ale ze wspomnianą nową teorią. W znanych Kartezjuszowi i wspomnianych już wyżej *Commentarii Collegii Conimbricensis do Meteorologii* Arystotelesa⁴⁶, znajdujemy podział na przyczynę materialną bliższą, do której należą opary i wyziewy, oraz przyczynę dalszą, ograniczoną do dwóch elementów, ziemi i wody. Przyczyna celowa zostaje całkiem pominięta. Z kolei autor *Meteorów* pomija nie tylko przyczynę celową, ale również formalną. Uznaje, że dla wyjaśnienia zjawisk wystarczy sama przyczyna materialna, na którą składają się cząsteczki oraz opary i wyziewy. Różnią się one od siebie tym, że opary mają cząsteczki podobne kształtem do wody, które, jak czytamy w Rozprawie Pierwszej, „są długie,

⁴⁴ Arystoteles, *Meteorologia*, 340b. Średniowieczne kodeksy dzieła Arystotelesa z X w. (najstarszym jest *Codex Parisinus* (E), Paryż, Bibliothèque nationale de France, gr. 1853) podają w tym miejscu sprzeczne jakości odnoszące się do oparu. W jednym czytamy, że „opar jest z natury wilgotny i zimny (ψυχρόν)”, a w drugim, że „opar jest z natury wilgotny i gorący (θερμόν)”. Paciorek przyjmuje lekcję ψυχρόν w polskim przekładzie.

⁴⁵ Arystoteles, *Meteorologia*, 339a.

⁴⁶ *Commentarii Collegii Conimbricensis Societatis Jesu in libros Meteororum Aristotelis Stagyrityae*, s. 1.

złączone i śliskie, niczym małe węgorze⁴⁷; tak, iż rozłączenie ich nie stanowi problemu i mogą wzbić się w górę niczym kurz na drodze trącony nogą piechura. Natomiast wyziewy „mają bardziej nieregularne kształty”⁴⁸. Chociaż, jak czytamy w kolejnym fragmencie, również część wyziewów ma cząsteczki bardzo podobne do tych wody: „Jednocześnie, wśród wyziewów wyróżnię te, które mają mniej więcej ten sam kształt co cząstki wody, ale będąc bardziej subtelne, tworzą łatwopalne spirytusy lub wody życia”⁴⁹.

Pojawiają się tu dwa pojęcia, *esprits* i *eaux-de-vie*, które tłumaczymy dosłownie „spirytusy” i „wody życia”. W używanym powszechnie w XVII w. języku łacińskim, francuskie *esprit* to *spirytus* — rzeczownik pochodzący od *spiro*, „wiać”, „dąć” „dmuchać”, „oddychać”⁵⁰. Z kolei francuskie *eaux-de-vie*, które dzisiaj oznacza „wódkę”, jest dosłownym przekładem *aqua vitae*, czyli „wody życia”⁵¹. To ładne wyrażenie, nadane destylatowi, było dziełem średniowiecznych alchemików w XIV w., którzy dążyli do wynalezienia eliksiru długiego życia, zwanego *elixir vitae*. Spirytusy i wody życia stosowane były powszechnie w średniowieczu i później jako środki farmakologiczne⁵². Kartezjusz używa tych pojęć w znaczeniu chemicznym. Spirytus to lotny, subtelny i łatwopalny wyziew, zaś woda życia jest również subtelnym wyziewem, ale już nie „łatwopalnym”.

Przy tej okazji Kartezjusz porusza problem zmiany objętości wody w zależności od stanu skupienia, którym interesował się Isaak Beeckman⁵³. W kartezjańskich *Cogitationes privatae*⁵⁴ znaleźć można wypis z dziennika Beeckmana, którego treść zgadza się z poglądem Kartezjusza zawartym w *Meteorach*. Co nie było wtedy oczywiste, bo sam Beeckman polemizował z innymi uczonymi, na przykład z Bartłojem Keckermannem⁵⁵, który twierdził, że zmrózona woda ma mniejszą objętość od tej samej w stanie ciekłym⁵⁶. Mimo oczywistego wpły-

⁴⁷ RoM, s. 159.

⁴⁸ Ibidem.

⁴⁹ Ibidem, s. 166.

⁵⁰ M. Plezia, *Słownik łacińsko-polski*, t. 5, Warszawa 1999, s. 196–197. Termin pojawia się również w *Zasadach filozofii* (cz. 4, 70–71) i został przetłumaczony na język polski przez Izdorę Dąbską jako „technienie”, w znaczeniu „ostrych technień” wydobywających się i wznoszących z wnętrza Ziemi. Zob. Kartezjusz, *Zasady filozofii*, s. 175.

⁵¹ W tradycji staropolskiej można znaleźć „okowitę”, mocny, 80% destylat.

⁵² Średniowieczne słowo „spirytus” zachowało się do dziś w nazewnictwie farmakologicznym. Na przykład polski spirytus salicylowy.

⁵³ I. Beeckman (1588–1637), holenderski filozof, matematyk i lekarz (notabene zmarły w roku wydania *Rozprawy o metodzie*). Kartezjusz poznał go w Bredzie w 1618 r. i nawiązał z nim filozoficzną przyjaźń.

⁵⁴ R. Descartes, *Oeuvres de Descartes*, publ. par Ch. Adam, P. Tannery, Paris 1897–1913, t. 10, s. 226.

⁵⁵ B. Keckermann (1571–1609), filozof urodzony w Gdańsku, autor pierwszego dzieła w Polsce poświęconego tajnikom żegluga pt. *Brevis commentatio nautica*.

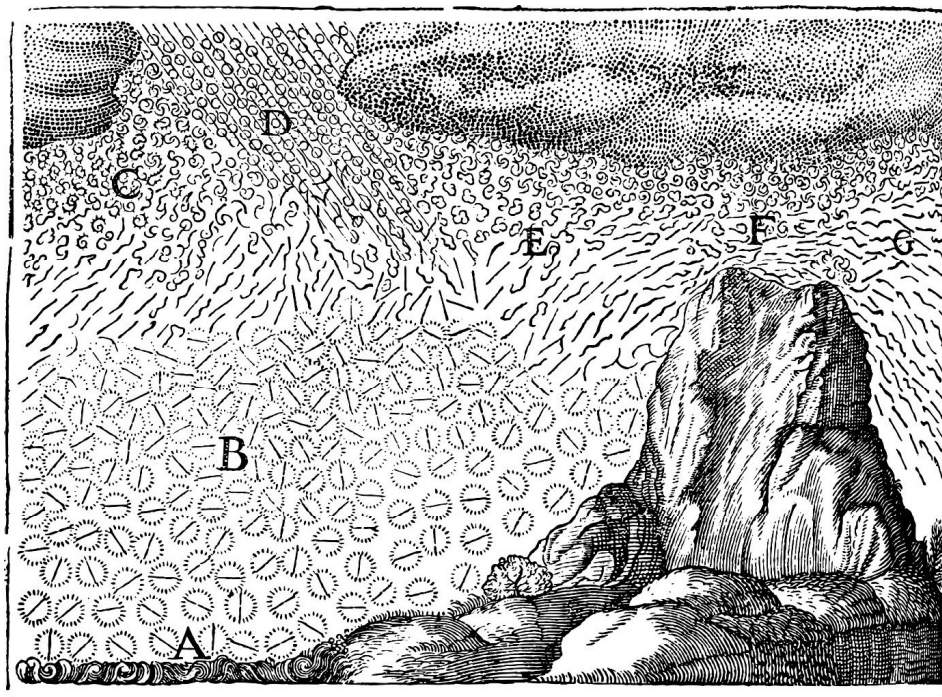
⁵⁶ Zob. BK, s. 689.

wu holenderskiego uczonego na hipotezę Kartezjusza, samo wyjaśnienie zjawiska zmiany objętości wody pod wpływem zimna jest już oryginalne: zmiana objętości cieczy zależy od siły oddziaływania cząstek materii subtelnej na cząstki wody. W *Meteorach* czytamy:

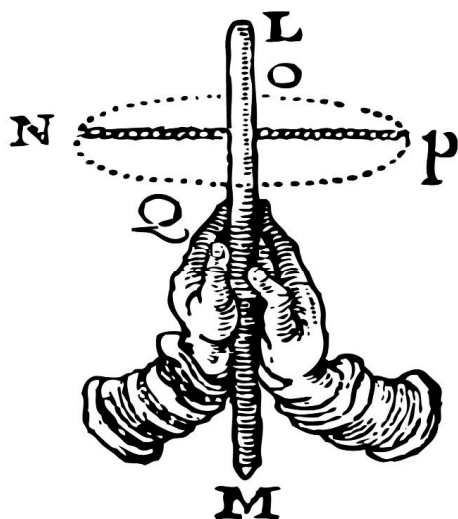
Należy tu również zauważyć, że między długimi i połączonymi częściami, z których, jak stwierdziłem, składa się woda, większość zgina się lub przestaje się zginać w zależności od tego, czy otaczająca je materia subtelna ma trochę więcej lub mniej siły niż zwykle, jak to wyjaśniłem przed chwilą; ale istnieją również większe cząstki, których nie da się w ten sposób zgiąć, a które tworzą sole; i mniejsze, które zawsze się da, a które tworzą spirytus lub wodę życia, a które nigdy nie zamarzają; a ponieważ te zwykłej wody w ogóle nie przestają się zginać, to ich najbardziej naturalnym kształtem nie jest linia prosta jak ta trzciny, ale wiele z nich jest powyginanych na różne sposoby: stąd bierze się to, że mogą się one zmieścić na tak małej przestrzeni, że materia subtelna, która jest wystarczająco silna, aby je zgiąć, dopasowuje ich kształty jedne do drugich. Prawdą jest również, że gdy jest silniejsza niż wymaga tego osiągnięcie rezultatu, wtedy znów powoduje, że zajmują większą przestrzeń: co można sprawdzić doświadczalnie, jeśli ciepłą wodą wypełnimy retortę lub inne tego typu naczynie o odpowiednio długiej i wąskiej szyjce, a następnie wystawimy je na mroźne powietrze; wtedy woda zauważalnie obniży stopniowo swój poziom, aż osiągnąwszy pewien stopień zimna, zacznie znowu wzbierać i będzie się stopniowo podnosić aż całkiem się zmrozi: w ten sposób to samo zimno, które ją zrazu zagęściło lub ścisnęło, rozrzedziło ją później. Można również sprawdzić doświadczalnie, że woda, która była zostawiona przez dłuższy czas na ogniu, zmrza się szybciej niż inna; to dlatego, że tej jej cząstki, które mogą się najmniej zginać, wyparowują podczas ogrzewania⁵⁷.

Woda i opary składają się „wyłącznie z tych samych cząsteczek”, chociaż ta pierwsza zajmuje mniej przestrzeni od tych drugich. Różnią się bowiem stanem skupienia: opary są rozrzedzone, natomiast cząsteczki bardziej skondensowane. Obrazują to drzeworyty zamieszczone na Il. 3. oraz Il. 4.

⁵⁷ RoM, s. 163–164. To ostatnie zjawisko zauważono już w starożytności i wykorzystywano je do celów praktycznych. Opisał je Arystoteles: „Gwałtowność procesu lodowacenia wzmaga uprzednie nagrzanie wody. Wtedy bowiem oziębianie następuje rychlej. Stąd też, gdy ludzie chcą szybko oziębic wodę, najpierw poddają ją działaniu promieni słonecznych. Mieszkańcy zaś Pontu, kiedy w celu łowienia ryb rozbijają obozowiska na lodzie (łowią uczyniwszy otwory w lodzi), polewają ciepłą wodą trzciny, aby szybciej zamarzały. Posługują się zatem lodem jak ołowiem dla usztywnienia wędek”, *Meteorologia*, Ks. 1, 12, 348b. Współcześnie zjawisko znane jest jako „efekt Mpemby”, od nazwiska ucznia z Tanzanii, który zaobserwował je podczas schładzania lodów. To proste zjawisko stało się „twardym orzechem do zgryzienia” dla uczonych chemików. Doszło nawet do zorganizowania konkursu, o czym więcej można przeczytać tu: <https://edu.rsc.org/resources/the-mpemba-effect/1018.article> [dostęp 27.11.2023].



Il. 3. Kartezjusz, *Meteory*, drzeworyt 1. Źródło: RoM, s. 168.



Il. 4. Kartezjusz, *Meteory*, drzeworyt 2. Źródło: RoM, s. 168.

Na pierwszym drzeworycie, odwzorowującym pejzaż, w dolnym poziomie widzimy wodę, która przypomina kłębowisko małych węgorzy i oznaczona jest literą A. Nad nią oraz nad brzegiem i skałą, czyli ziemią, unoszą się opary, oznaczone literą B. Opary przypominają coś w rodzaju tańca wirujących węgorzy, które rozciągnięte jak napięta struna swymi krańcami kreślą okręgi. Widać to dobrze na drugim rysunku, obrazującym doświadczenie kija i sznura: wraz ze wzrostem obrotów kija, dołączony do niego sznur rozciąga się coraz bardziej, aż osiągnie długość równą średnicy kreślonego okręgu. Ponadto, duża rotacja częste-

czek sprawia, że „ramiona” węgorzy zamieniają się w wyrzutnie lub coś w rodzaju kijów bejsbolowych odrzucających każde ciało, które znajdzie się wewnątrz okręgu. Kartezjusz opisuje więc proces kondensacji i rozrzedzenia cząsteczek, w którym woda przechodzi w opary i odwrotnie.

Między stanami skupienia nie ma skoku jakościowego⁵⁸. Woda jest zagęszczonymi cząsteczkami, zaś opar cząsteczkami rozrzedzonymi, które pozostają w pewnej odległości od siebie. Wszystko dzieje się za sprawą lokalnego ruchu cząsteczek i to jego wielkość decyduje o tym, że mamy do czynienia z ciałem stałym, cieczą lub gazem; a w omawianym przypadku, że opary są ciepłe czy zimne, że są wilgotne czy suche itd. I tu, jak w wielu innych miejscach, na poparcie swej teorii, Kartezjusz powołuje się na proste doświadczenia, zaczerpnięte z życia codziennego, które mają empirycznie potwierdzić jej słuszność. Twierdząc, że „ciepło polega na poruszaniu cząsteczek ciał ziemskich”⁵⁹, poleca sprawdzić dmuchając w dłoń, między rozwarłe palce, z otwartymi, a potem prawie zamkniętymi ustami.

W późniejszych *Zasadach filozofii*, Kartezjusz powraca do genezy rozrzedzenia cząsteczek. W Części II czytamy:

Lecz co do rozrzedzenia i zagęszczania, to ktokolwiek zwróci uwagę na swoje myśli i nie zechce niczego przyjmować prócz tego, co jasno ujmuje, ten nie będzie sądził, że w nich uchwycił coś innego, jak tylko zmianę kształtu. Tak więc rzadkie są te ciała, w których pomiędzy ich częściami istnieje wiele przerw wypełnionych innymi ciałami; a one przez to tylko stają się gęstsze, że ich części, wzajemnie do siebie się zbliżając, zmniejszają owe przerwy albo wręcz je znoszą. To ostatnie, jeśli kiedykolwiek się zdarza, to ciało staje się wtedy tak gęste, że wydaje się niewiarygodne, aby można je było uczynić gęściejszym. Atoli nie jest wtedy dlatego mniej rozciągle aniżeli wtedy, gdy mając części wzajemnie od siebie z dala rozmieszczone, więcej obejmuje przestrzeni. Bo to, co się zawiera z rozciąłości we wgłębieniach czy przerwach pozostawionych przez jego części, żadną miarą nie powinno jemu być przyznawane, tylko jakimś innym ciałom, wypełniającym owe przerwy. Tak na przykład, gdy widzimy gąbkę napęczniałą od wody lub innego jakiegoś płynu, nie sądzimy, że ona sama ze względu na poszczególne swoje części bardziej wtedy jest rozciąta aniżeli wówczas, kiedy jest wyciśnięta i sucha; jedynie tylko [sądzimy], że ma bardziej rozszerzone wgłębienia i wskutek tego rozciąga się większą przestrzeń⁶⁰.

⁵⁸ „Ponadto, należy zauważyć, że opary mogą być bardziej czy mniej ściśnięte lub rozprężone, i cieplejsze lub zimniejsze, i bardziej czy mniej przezroczyste lub ciemne, i bardziej lub mniej wilgotne czy suche w różnym czasie”, RoM, s. 168.

⁵⁹ Ibidem, s. 170.

⁶⁰ Kartezjusz, *Zasady filozofii*, cz. 2, s. 57.

W procesie rozrzedzania i zagęszczania ciała, determinowanego przez ruch, mamy do czynienia ze zmianą kształtu, ale nie samej rozciągłości ciała. Ta ostatnia pozostaje bez zmian. Krótko mówiąc, wszystkie zjawiska można wyjaśnić odwołując się do ruchu cząsteczek, kształtu i rozciągłości.

Zakończenie, czyli hipoteza negatywna

Na koniec Rozprawy Pierwszej kawałek filozofii negatywnej, tzn. czym — według Kartezjusza — jego własna filozofia nie jest⁶¹. Po pierwsze, nie jest atomizmem. Autor *Meteorów* zdawał sobie sprawę z tego, że jego teoria korpuskularnej natury ciał ziemskich będzie zestawiana ze starożytnym atomizmem⁶². Wspomnieliśmy już wyżej o próżni, której ideę Kartezjusz odrzuca. W tym miejscu ujawnia się kolejna istotna różnica: greckie *ἄτομον* znaczy „niepodzielne”; atomy oznaczają więc cząstki niepodzielne. Natomiast kartezjańskie cząsteczki mogą być potencjalnie dzielone w nieskończoność. Z drugiej strony, można tu znowu dostrzec pewne podobieństwo obu koncepcji: cząsteczki tej samej materii, podobnie jak atomy Demokryta, różnią się od siebie kształtem. Po drugie, nie jest spuścizną scholastyki z jej nadużywaniem pojęć. Tu akurat filozof wyraża się kurtuazyjnie, co jednak nie jest u niego regułą. Na przykład w korespondencji prywatnej z Mersenne’em (list z 28 października 1640 r.), kartezjańska „brzytwa” tnie już ostro: owe „formy substancjalne” nazywa „chimerami” (*chimères*)⁶³. Można więc stwierdzić, że tak jak Arystoteles wchłonął w *Meteorologicie* Demokryta i Anaksagorasa⁶⁴, to samo w *Meteorach* zrobił Kartezjusz, wchłaniając Demokryta, Arystotelesa i przekształcając ich hipotezy w zupełnie nowy system.

⁶¹ „Abyście łatwiej mogli przyjąć wszystkie te założenia, wiedźcie, że nie postrzegam cząsteczek ciał ziemskich jako atomy lub partykuły niepodzielne, ale uważam, że wszystkie one są z tej samej materii; sądzę, że każda może być dzielona na nieskończoną ilość sposobów i że różnią się one między sobą tylko tyle, co kamienie o wielu różnych kształtach, odlupane od skały. Dalej, wiedźcie również, że nie chcąc zrywać pokoju z filozofami, wcale nie zamierzam negować tego, ponad to co powiedziałem, co wyobrażają sobie oni w ciałach, na przykład *formy substancjalne, jakości realne* i inne podobne rzeczy; ale wydaje mi się, że moje rozumowania tym większe znajdą uznanie, im od mniejszej ilości rzeczy uczynię je zależnymi”, RoM, s. 164.

⁶² Zrobił to na przykład Leibniz. Na ten temat zob. BK, s. 688.

⁶³ R. Descartes, *Oeuvres de Descartes*, publ. par Ch. Adam, P. Tannery, Paris 1897–1913, t. 3, s. 212.

⁶⁴ „*Meteorologika* Arystotelesa w znacznym stopniu opiera się na osiągnięciach poprzedników. A chociaż całe jej fragmenty istotnie uchodzić mogą za przepisane z Anaksagorasa albo Demokryta, to jednak całość wprzęgnięta jest w obcy filozofom jońskim system”, A. Paciorek, *Wstęp tłumacza do Arystoteles, Meteorologika*, s. 427.

Bibliografia

Źródła

- Arystoteles, *Dziela wszystkie*, t. 2, tłum. K. Leśniak, Warszawa 1990.
Arystoteles, *Meteorologia*, tłum. A. Paciorek, Warszawa 1990.
Arystoteles, *O powstawaniu i niszczeniu*, tłum. L. Regner, Warszawa 1990.
Commentarii Collegii Conimbricensis Societatis Jesu in libros Meteororum Aristotelis Stagyrtae, Coimbra 1592.
Descartes R., *Oeuvres de Descartes*, publ. par Ch. Adam, P. Tannery, Paris 1897–1913.
Kartezjusz, *Geometria*, tłum. i koment. P. Błaszczyk, K. Mrówka, Kraków 2015.
Kartezjusz, *Dioptryka*, tłum. i koment. P. Błaszczyk, K. Mrówka, Kraków 2018.
Descartes R., *Discours de la Méthode suivi de la Dioptrique, les Météores, la Géométrie et le traité de Mécanique*, [w:] *Oeuvres complètes*, t. 3, red. J.-M. Beyssade, D. Kam-bouchner, Paris 2009.
Descartes R., *Traité des passions de l'âme*, cz. 2, Paris 1649.
Kartezjusz, *Rozprawa o Metodzie, w celu prawidłowego kierowania rozumem i poszuki-wania prawdy w naukach oraz Dioptryka, Meteory i Geometria, które są próbami tej Metody*, tłum. K. Mrówka, P. Błaszczyk, Kraków 2023.
Kartezjusz, *Zasady filozofii*, tłum. I Dąbska, Kęty 2001.
Platon, *Dialogi*, t. 2, tłum. W. Witwicki, Kęty 1999.

Opracowania

- Babijczuk W., *Meteory Kartezjusza*, Wrocław 2009.
Błaszczyk P., *Descartes' Transformation of Greek Notion of Proportionality*, [w:] *Hand-book of the History and Philosophy of Mathematical Practice*, red. B. Sriraman, Springer 2024, s. 235–267.
Błaszczyk P., Mrówka K., *Dwie tęcze Kartezjusza*, „Konspekt” 2014, t. 4, s. 149–154.
Błaszczyk P., Petiurenko, A., *Commentary to Book I of the Elements. Hartshorne and beyond*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia ad Didacticam Mathematicae Pertinentia” 2021, nr 13, s. 43–99.
Gilson E., *Météores cartésiens et Météores scolastiques*, „Revue néo-scholastique de phi-losophie” 1920, nr 88, s. 358–384, 1921, nr 89, s. 73–84.
Furetière A., *Dictionnaire universel contenant généralement tous les mots françois, tant vieux que modernes, et les termes de toutes les sciences et des arts*, t. 2, La Haye et Rotterdam 1701.
Plezia M., *Słownik łacińsko-polski*, t. 5, Warszawa 1999.

Źródła internetowe

- www.edu.rsc.org/resources/the-mpemba-effect/1018.article
www.perseus.tufts.edu

Kazimierz Mrówka — dr hab., prof. Uniwersytetu Komisji Edukacji Naro-dowej, pracownik Instytutu Socjologii, członek Katedry Filozofii i Etyki. Spe-cjalizuje się w historii filozofii starożytnej oraz historii filozofii francuskiej.
e-mail: kazimierz.mrowka@up.krakow.pl

Piotr Błaszczyk — dr hab., prof. Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej, pracownik Instytutu Matematyki, kierownik Katedry Edukacji i Podstaw Matematyki. Główne kierunki prowadzonych badań: ontologia przedmiotu matematycznego, budowa warstwowa tekstu matematycznego, rozwój pojęcia ciągłości, analiza niestandardowa, strona internetowa: www.eudoxos.pl.

e-mail: piotr.blaszczyk@up.krakow.pl