

FILOZOFIA I NAUKA
Studia filozoficzne i interdyscyplinarne
Tom 11, 2023

Jan Grzanka

FILOZOFIA PRZYPADKU W UJĘCIU MARIANA SMOLUCHOWSKIEGO

doi: 10.37240/FiN.2023.11.1.7

STRESZCZENIE

W artykule omówiono ewolucję rozumowania Mariana Smoluchowskiego w kontekście prowadzonych przez niego badań nad przyczynowością i rozumieniem istoty przypadku. Początkowo Smoluchowski skupiał się na epistemicznym badaniu przyczynowości, szukając dowodów potwierdzających teorię kinetyczno-molekularną. Dowodząc przyczyny ruchów Browna, wykorzystał koncepcję kauzalnej przyczynowości. Zasadniczą zmianą w postrzeganiu przez niego przyczynowości było zrozumienie roli przypadku występującego na linii przyczyna – skutek. Wprowadzając do rozważań relacje matematyczne, skupił się na aspekcie zaistnienia skutku. Zdaniem Smoluchowskiego przypadek nadający się do obliczenia prawdopodobieństwa różni się od przypadku w szerszym znaczeniu istotną prawidłowością częstego powtarzania się zjawiska. Zaslugą polskiego uczonego było rozróżnienie filozoficznego i fizycznego pojmowania przyczynowości, przypadku i rachunku prawdopodobieństwa. Przesunięcie rozważań nad naturą przypadku na płaszczyznę ontologiczną przeniosło jego badanie w obszar działania nauki, doprowadzając tym samym do praktycznego zastosowania rachunku prawdopodobieństwa w fizyce.

Słowa kluczowe: kauzalna przyczynowość, ruchy Browna, skutek, przypadek, rachunek prawdopodobieństwa.

WSTĘP

W książce *Przygody matematyka* Stanisław Ulam wyraził opinię, że „W niektórych bardziej konkretnych działach matematyki – na przykład rachunku prawdopodobieństwa – fizycy, tacy jak Einstein i Smoluchowski, utworzyli nowe obszary nawet przed matematykami” (Ulam, 1996, s. 322). Na początku XX w. Marian Smoluchowski przeprowadził szereg badań nad naukowym wykorzystaniem probabilistyki. Jego prace badawcze wyznaczyły nowe kierunki rozwoju rachunku prawdopodobieństwa, a inspirującym krokiem dla tych badań stała się naukowa analiza związku przyczynowego.

PRZYCZYNOWOŚĆ

W swoich pierwszych publikacjach Smoluchowski koncentrował się na epistemicznym badaniu przyczynowości, dokonując analizy cech poznawczych. Przeanalizował ogólne rozumienie przyczynowości, według którego zdarzenie uważa się za wyjaśnione, jeżeli sprowadzimy je do przyczyn, których sposób działania wydaje się nam dostatecznie znany i zrozumiały. Było to typowe wyjaśnienie tego problemu w naukach przyrodniczych, opierające się na tzw. prawie przyczynowości. Prawo to, które ma charakter niemal instynktowny, dowodzi, że: 1) każde zdarzenie ma swoją przyczynę, 2) jednakowe przyczyny wywierają jednakowe skutki. W tak zdefiniowanym pojęciu przyczyny tkwią pierwiastki antropomorficzne, przeniesione z zakresu psychiki ludzkiej do zewnętrznego świata martwego (Smoluchowski, 1928b, s. 167).

Prawo przyczynowości zostało wykorzystane przy szukaniu dowodów potwierdzających teorię kinetyczno-molekularną, co w tym przypadku sprowadzało się do poszukiwania przyczyny ruchów Browna. Smoluchowski już od 1900 r. był przekonany o molekularno-kinetycznym charakterze ruchów Browna (Smoluchowski, 1927, s. 299). Dowód na istnienie związku przyczynowego pomiędzy stanem energetycznym cząstek, prowadzącym do zderzeń fluktuacyjnych, a zauważalnymi ruchami gumiguty był dla Smoluchowskiego przekonujący i oczywisty. Była to sytuacja, w której epistemiczne rozpoznanie przyczyny i skutku stanowiło wytłumaczenie zaistniałego zdarzenia. Zgodnie z formułą zasady przyczynowości Bungego skutek w sposób stały i konieczny skorelowany jest z przyczyną, dlatego że jest generowany przez tę przyczynę. W ten sam sposób Smoluchowski aplikował zasadę przyczynowości do zjawiska ruchów Browna.¹

Polski uczony potraktował dowód na przyczynowość ruchów Browna jako argument kauzalnej przyczynowości. Ważne okazało się to, że dowiódł przyczyn tych ruchów na drodze matematycznej, umożliwiając ich naukowe badanie przy wykorzystaniu statystyki. Jak pisze Stanisław Loria, Smoluchowski stworzył metodę badania polegającą na sporządzaniu statystyki przesunięć osiągniętych przez cząstki w określonych czasach (Loria, 1953, s. 5–38)². Matematyczny dowód wyjaśniający genezę ruchów Browna był

¹ W teorii dyfuzji Smoluchowski wiązał makroskopowe zjawisko lepkości z mikroskopowym pojęciem średniej drogi swobodnej molekuly. W swoich pracach poświęconych zagadnieniu ruchów Browna pisał wprost, że usiłuje wyjaśnić wewnętrzny mechanizm dyfuzji i powiązać go ze zjawiskami ruchów molekularnych. W jego ujęciu makroskopowe zjawisko dyfuzji było przejawem ruchu molekularnego lub fluktuacji gęstości.

² Smoluchowski zrozumiał, że jeżeli teoria molekularno-kinetyczna, operująca metodami statystyki, przewiduje możliwość istnienia procesów polegających na odejściu od normalnego w makroświecie przebiegu zjawisk, to rzeczą badacza jest zanalizować teoretycznie warunki, w jakich wolno będzie oczekiwać ich realizacji, oraz przewidzieć i odtworzyć ilościowo hipotetyczny obraz ich przebiegu. Jedno ze zjawisk nadających się szczególnie do tego celu, mianowicie ruchy Browna, wskazał już Hermann von Helmholtz. Ale to Smoluchowskiemu zawdzięcza fizyka opracowanie metody matematycznej pozwalającej ten ruch badać i szczegółowo opisywać (Loria, 1953, s. 5–38).

ważnym krokiem w rozważaniach o przyczynowości, wykorzystanym w metodologii naukowej, a nie tylko rozprawą filozoficzną. Smoluchowski potraktował to rozwiązanie jako przykład niepełny, nieobejmujący np. funkcjonalizmu Ernsta Macha, aspektu przyczynowości uniezależnionego kauzalnie, którego badanie zainicjował, rozpatrując ontyczną interpretację przypadku.

Władysław Kozłowski, bliski Smoluchowskiemu, pisał: „Pamiętać należy przede wszystkim, że pierwszym usiłowaniem wiedzy jest usunięcie jakości, jako bezwzględnie różnorodnych, nie dających się do siebie sprowadzić. Możliwe to jest w sposób dwójaki: 1. Ontologiczny polega na przyjęciu możliwie bez jakościowego podścieliska, którego stany służą do wytłumaczenia jakości. 2. Matematyczny polega na sprowadzeniu różnic jakościowych do ilościowych” (Kozłowski, 1906, s. 29).

Kozłowski był pragmatystą i prezentowane przez niego rozumienie przyczynowości miało charakter filozoficzny, a jego uwagi stały się inspiracją dla filozofującego fizyka. Smoluchowski podobnie różnicował podejście ilościowe i jakościowe w badaniu zachodzących zjawisk (Smoluchowski, 1917a, s. 38). Stwierdzenie, że: „Przyczynowość w świecie zjawisk wskutek ontologicznego ukształtowania zasadniczych pojęć naszych o nim, przybiera naturalnie charakter działania, jakiegokolwiek będziemy mieli o niej pojęcie krytyczno-filozoficzne” (Kozłowski, 1906, s. 30), było dla Smoluchowskiego prapoczątkiem myślenia o zjawisku przyczynowości w aspekcie analizy rozumienia przypadku. Przyniosło ono zasadniczą zmianę w postrzeganiu przez polskiego fizyka przyczynowości, ewolucją rozumienia roli przypadku występującego na linii przyczyna – skutek. Przypadek to – według Smoluchowskiego – specyficzny gatunek odniesień przyczynowych (Smoluchowski, 1923, s. 37). Ta krótka definicja nie wyjaśnia jednak wszystkich wątpliwości.

Czym charakteryzuje się istota przypadku? Przy potraktowaniu tego zjawiska jako zaprzeczenia prawidłowości pojawiały się sprzeczności rodzące liczne dylematy, a takie rozumienie przypadku nie dawało się ponadto pogodzić z ówczynie panującym determinizmem. Próbowano z tego wybrnąć, zakładając, iż mimo istnienia prawidłowego związku przyczynowego pomiędzy przyczyną a skutkiem, rodzaj tego związku jest niepoznawalny, gdyż samo zjawisko jest zbyt złożone i stąd wrażenie pozornego wyłamania się z prawidłowości (Smoluchowski, 1923, s. 29). Determinizm nakazuje traktować przyczynę i skutek jako zdarzenia związane ze sobą wewnętrznymi stosunkami konieczności, z uwagi na to widoczny brak konieczności jest pozornym zjawiskiem wynikającym z faktu, że część przyczyn jest niepoznawalna (Smoluchowski, 1923, s. 30). Przypadek określany jest wtedy jako ukryty związek przyczynowy istniejący pomiędzy przyczyną a skutkiem.

Joachim Metallmann w pracy *Zagadnienie przypadku* uściśliła, że przypadek ma sens tylko na tle pewnej prawidłowości. Jest on rezultatem dążenia do racjonalizacji doświadczenia, dążenia, które natrafia na opór, uświa-

damia się w związku z ustaleniem prawidłowości. Inaczej mówiąc, przypadek jest korelatywny do determinizmu, tylko że korelacja ta zostaje wyprzedzona przez prostszą i bliższą psychologicznie negacją (Metallmann, 1933, s. 90).

W zjawiskach zbyt złożonych przypadek przejawia się jako pozorne wyłamania się z prawidłowości. Jednak takie pojmowanie tego zjawiska na gruncie nauki było niemożliwe do zaakceptowania – prawdopodobieństwo pewnego zdarzenia może zależeć wyłącznie od warunków wpływających na zajście tego zdarzenia, ale nie może zależeć od stopnia naszej wiedzy (Smoluchowski, 1923, s. 31). Smoluchowski postulował usunięcie z pojęcia przypadku podmiotu, co obiektywizowałoby (desubiektywizowałoby) to pojęcie. Uważał, że ściśle przyrodznawstwo interesuje się nie wypowiedziami i domniemaniami podmiotowymi, ale prawdopodobieństwem obiektywnym lub matematycznym, tzn. częstością względną występowania danych zdarzeń przypadkowych. W tym węższym znaczeniu pojęcie prawdopodobieństwa staje się dostępne w ujęciu ściśle matematycznym (Smoluchowski, 1923, s. 30).

Jak przypadek pojawia się w obrębie zjawisk przebiegających w myśl niezmiennych praw przyrody? Czy jest możliwe jego występowanie w naturze rządzonej deterministycznymi prawami? Jeżeli nieobliczalny przypadek, będący negacją prawidłowości przyczynowej, odgrywa pewną rolę w zjawiskach fizyki, to jak można przewidywać prawidłowy przebieg tych zjawisk (Smoluchowski, 1928a, s. 74) Znalezienie odpowiedzi na te pytania zależy od właściwego zrozumienia przypadku, który należy powiązać z rachunkiem prawdopodobieństwa; indeterminizm jest bowiem pojęciem podstawowym dla rozważań z tej dziedziny. Próbuąc zdefiniować przypadek, Smoluchowski odstąpił więc od rozumienia potocznego, nadając przedmiotowi swoich analiz status pojęcia naukowego. Dokonał dalszej analizy pojęcia przypadku, tym razem w kontekście powszechnie akceptowanego determinizmu. Zagadnienie to poruszył w kilku swoich pracach, między innymi w artykule *O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki opartych na prawdopodobieństwie*, gdzie postawił pytania dotyczące relacji przypadku w odniesieniu do stabilnych praw fizyki. Na pytanie, jakie zdarzenia należą do zakresu stosowalności rachunku prawdopodobieństwa, Smoluchowski odpowiada, że zwykle twierdzi się, iż są to zdarzenia, których występowanie zależy od przypadku (Smoluchowski, 1923, s. 29). Nauka bada obiektywne prawidłowości, prawa naukowe muszą zaś zakładać istnienie związku przyczynowego, co nie znaczy, że pojęcie przyczyny można zastąpić pojęciem prawa naukowego. Prawa naukowe odpowiadają nie tylko na pytania: „kiedy?”, „jak?” czy „gdzie?”, ale próbują także znaleźć odpowiedź na pytanie „dlaczego?”, stając narzędziem tłumaczenia zdarzeń, jakie mają miejsce w przyrodzie. Jednakże probabilistyczne prognozy statystyczne mogą stać się dodatkowym instrumentem tłumaczenia zdarzeń.

Smoluchowski początkowo wyróżnił trzy uwarunkowania, które musi spełniać zjawisko, by można je było nazwać przypadkowym. Podsumowywał je za pomocą następujących stwierdzeń: „mała przyczyna – wielki skutek” (Smoluchowski, 1916, s. 448), „różne przyczyny – jednakowe skutki” (Smoluchowski, 1923, s. 41) oraz „prawdopodobieństwo pewnej wartości stanu początkowego jest określone przez funkcję $\Phi(x)$ regularną, nieposiadającą wielu maksimów ani minimów” (Smoluchowski, 1916, s. 449). Pierwszy warunek mówi, że mała zmiana argumentu wejściowego wywołuje poważne zmiany skutku. Drugi opisuje fakt, że w obszarze stanów początkowych istnieje wiele konfiguracji stanów początkowych, które prowadzą do tego samego stanu końcowego. Trzeci z kolei nakłada ograniczenia na funkcję opisującą rozkład prawdopodobieństwa wystąpienia pewnej wartości początkowej. Późniejsza analiza dokonana przez Smoluchowskiego wykazała, że przyjęcie tego trzeciego założenia okazało się zbędne (Polak, 2007, s. 454).

Przypadek w zjawiskach fizycznych odgrywa ważną rolę; aby móc go ująć naukowo, należało więc zastosować metody rachunku prawdopodobieństwa. Pomimo że stan tego działu matematyki nie był zadowalający, to zdaniem Smoluchowskiego było to posunięcie niezbędne, gdyż uważał on, że badanie przypadku nie może angażować potocznego znaczenia tego terminu, gdyż wtedy przypadek nie należy do zakresu rachunku prawdopodobieństwa (Smoluchowski, 2017b, s. 295).

Smoluchowski, chcąc wprowadzić do rozważań relacje matematyczne, zaczął analizować aspekt ontyczny zagadnienia przypadku, tzn. bytowy aspekt zaistnienia skutku. Określił, *jak należy rozumieć przypadek, by mógł on stanowić podstawę do zastosowania metodologii naukowej. Zamierzał zdefiniować przyczynowość ontyczną przy wykorzystaniu rachunku prawdopodobieństwa. Pojawiające się problemy dotyczące ontycznego aspektu przypadku przedstawił na przykładzie artylerzysty strzelającego z armaty:*

„...artylerzysta wyrzuca z pewnego punktu pocisk z prędkością c , pod takim kątem elewacji a , aby trafić w punkt, znajdujący się w odległości x . Ujmując zadanie teoretycznie, wykluczamy opór powietrza, przypadkowe niedokładności ustawienia itp. Bez problemu możemy zatem obliczyć wielkość x jako funkcję danych początkowych: $x = f(c,a)$, lub na odwrót: $a = F(r,c)$; jesteśmy wówczas przekonani, że punkt x zostanie trafiony, dzięki użyciu obliczonego kąta nachylenia elewacji; jesteśmy również pewni, że przy zastosowaniu kąta elewacji zawartego między granicami a_1 i a_2 , jakiś punkt celu, rozciągającego się od x_1 do x_2 , zostanie trafiony. Jeżeli jednak artylerzyście brak wystarczających danych do przewidzenia wyniku (np. nie zna prędkości początkowej c) i nie potrafi obliczyć właściwego kąta elewacji a , wówczas musi wystrzelić «na oślep». Możemy wtedy powiedzieć w potocznym języku, że od przypadku zależy, czy cel (sięgający od x_1 do x_2) zostanie trafiony; o prawdopodobień-

stwie tego zdarzenia nic jednak nie możemy stwierdzić, dopóki nie posiadamy jakichś dalszych wskazówek co do sposobu, jak artylerzysta postąpił przy ustawianiu działa. Jest to być może pole, nadające się do spekulacji psychologicznych, ale nie do obliczeń fizycznych. Przypadek, w tym znaczeniu, jest zaprzeczeniem racjonalnej prawidłowości i musi być wykluczony z nauki ścisłej” (Smoluchowski, 1928a, s. 75–76).

W eseju *O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki opartych na prawdopodobieństwie* Smoluchowski analizuje stan równowagi chwiejnej (niestałej). Wyobraźmy sobie, pisze, „idealną” kostkę do gry, postawioną na jednym z naroży – najmniejsze odchylenie środka ciężkości od pionu rozstrzyga już o tym, na której z trzech schodzących się u dołu płaszczyzn kostka spocznie. Jaka liczba ukaże się u góry, zależy od przypadku. Matematycznie wyraża się to tak: skutek y (ukazująca się u góry liczba) zależy od przyczyny x (położenie środka ciężkości) w ten sposób, że funkcja $y = f(x)$ wykazuje nieciągłość dla odpowiedniej wartości równowagi x_0 . Przyczyna w tej koincydencji składa się z dwu zmiennych – rzutując na płaszczyznę poziomą środek ciężkości O i trzy krawędzie, schodzące się w dolnym narożu E , widzimy, że w otrzymanym w ten sposób rzucie odległość $r = OE$ wyznacza prędkość, z jaką nastąpi przewrócenie się kostki; kierunek wektora OE w odniesieniu do trzech krawędzi (można go zdefiniować przy pomocy pewnego kąta O) rozstrzygać będzie o tym, jaka liczba ukaże się u góry.

Opisana sytuacja z kostką, według Smoluchowskiego, nie podlega jakiegokolwiek obliczeniu apriorycznemu. Dopóki nie znamy z wystarczającą dokładnością przyczyn wyznaczających kierunek i wartość liczbową wektora OE , nie da się przepowiedzieć w ogóle niczego, co dotyczyłoby skutku. Jednak gdy je znamy, skutek może być przewidziany z dużą pewnością, tak że nie ma tu już miejsca dla prawdopodobieństwa (Smoluchowski, 1923, s. 33).

Chcąc zobrazować określone cechy zdarzenia, w którym znane są wartości umożliwiające zastosowanie rachunku prawdopodobieństwa, Smoluchowski przytacza przykład stanowiący ilustrację takiej sytuacji. Do podzielonej na wycinki wirującej, okrągłej tarczy, pomalowanej naprzemiennie w kolorze czarnym i białym, strzela z unieruchomionej strzelby strzelec. Czy trafi w wycinek czarny czy biały, zależy od chwili naciśnięcia na spust. Tarczę można wprowadzić w tak szybki ruch obrotowy, że pewność oddania celnego strzału należy wykluczyć. Niezależnie od tego, w którym momencie strzelec naciśnie cyngiel, czas, jaki upłynie od podjęcia decyzji do oddania strzału, będzie zmienny w pewnych granicach tak, że prawdopodobieństwo, iż strzał nastąpi w chwili t , wyrazi funkcja $\varphi(t)$ (dostrzegalnie odmienna od zera w zakresie wahanias t do $t + \tau$), przy czym co do tej funkcji należy założyć, że nie ma żadnych cech wyjątkowych. Jeśli na zakres wahanias czasu τ przypada wiele obrotów tarczy, wtedy wpływ formy indywidualnej, jaką mogłaby

mieć funkcja $\varphi(t)$ znika i prawdopodobieństwo trafienia białego bądź czarnego wycinka zależy od wielkości względnej pól (Smoluchowski, 1923, s. 35–36).

Przypadek nadający się do obliczenia prawdopodobieństwa, tzw. przypadek unormowany, odróżnia się od przypadku w znaczeniu szerszym istotną cechą, polegającą na tym, że skutek wskazuje pewną prawidłowość przy częstym powtarzaniu się zjawiska, niezależnie od rodzaju przyczyny (Smoluchowski, 1923, s. 34). Umożliwia to ujęcie przewidywanego zdarzenia w formułę matematyczną weryfikowalną empirycznie. Indeterminista, według Stefana Amsterdamskiego, rozpatrując zagadnienie stosunku praw deterministycznych i probabilistycznych, twierdzi, że prawa probabilistyczne są niesprowadzalne do deterministycznych. Znaczący to, że jeśli nie dla wszystkich, to przynajmniej dla pewnych zdarzeń, których dotyczą odnośne prawa probabilistyczne – nie istnieją prawa deterministyczne, nie ma wyznaczających je jednoznacznie czynników sytuacji (Amsterdamski, Augustynek, Mejbbaum, 1964, s. 114).

Smoluchowski, mając krytyczny stosunek do przyczynowości epistemicznej, nie zrezygnował z jej stosowania w badaniach naukowych. Akceptując pozytywistyczną krytykę, przyjął do celów badawczych zasadę przyczynowości „oczyszczoną z domieszek niejasnych, ludzkich i metafizycznych, jako kwintesencję wszelkich doświadczeń i obserwacji, które wszystkie stwierdzają niezmienną prawidłowość przyrody” (Smoluchowski, 1917a, s. 24–25). Akcentuje jej wartość w zakreślonym przez siebie kształcie, stwierdzając: „Zupełną słuszność przyznajemy także tym, którzy przejęli się zasadą przyczynowości, w tej formie, uważają za kardynalny warunek myślenia przyrodniczego” (Smoluchowski, 1917a, s. 24–25).

Badanie przez Smoluchowskiego ruchów Browna było poszukiwaniem epistemicznej przyczyny drgań cząstek drobin (według Bolesława Gaweckiego tzw. kauzalnej przyczynowości). Energia przekazywana przy zderzeniu cząstek rozpuszczalnika z drobinami zawiesiny uwidacznia się pod mikroskopem poprzez drgania drobin zawiesiny. Zenon Roskał w artykule *Marian Smoluchowski's Contributions to the Philosophy of Causation* (Roskał, 2018, s. 12) twierdzi, że Smoluchowski, poszukując epistemicznej przyczyny ruchów Browna, wykorzystywał ontologiczną interpretację zasady przyczynowości, stając się tym samym prekursorem transferencyjnej koncepcji związku przyczynowego, określonej jako *The Transference Theory of Causation*. Według Jerrolda Aronsona, twórcy transferencyjnej koncepcji związku przyczynowego, najważniejsze jest pojęcie „przeniesienia pewnej ilości (np. energii) z obiektu-przyczyny do obiektu-efektu”. Teoria ta ma zastosowanie do „mechanicznych” przypadków związku przyczynowego i sprowadza się do następujących punktów relacji: (1) Jeżeli „A powoduje B”, to B oznacza zmianę obiektu, zmianę nienaturalną (zmianę, której nie można uwzględnić bez odniesienia do zachowania innych ciał). (2) Jeżeli „A powoduje B”, to

w chwili wystąpienia B obiekt, który powoduje B , jest w kontakcie z przedmiotem, który ulega zmianie. (3) Przed wystąpieniem B ciało mające kontakt z efektem posiada określoną ilość (np. prędkości, pędu, energii kinetycznej, ciepła), która jest przekazywana do obiektu efektu (gdy kontakt jest nawiązany) i zmanifestowany jako B (Ehring, 1986, s. 249). Epistemiczna przyczyna – będąc źródłem przeniesienia przyczynowego – odnosi się do ontologicznej formuły istnienia obiektu-przyczyny i obiektu-efektu.

KAUZALNE ROZUMIENIE RUCHÓW BROWNA

Ruchy Browna wywoływane są przez poruszające się cząstki roztworu, które w wyniku zderzeń z drobinami gumiguty wywołują określony skutek – drganie drobin. Przedstawiony casus ilustruje kauzalne i epistemiczne rozumienie związków relacji przyczyna – skutek w nieodwracalnych zdarzeniach fizycznych. Odczytanie filozoficznie rozumianej przyczynowości nie sprowadzało się tylko do poznania jej przyczynowej natury. Smoluchowski, stosując metodę badania polegającą na sporządzaniu statystyki przesunięć cząstek roztworu, wprowadził do przyczynowości relacje matematyczne, umożliwiając obliczanie skutku metodą naukową. Tak postawione zagadnienie nie stwarzało problemu metodologicznego z uwagi na zastosowane narzędzia matematyczne.

W pracy *O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki...*, Smoluchowski odnosi się do koncepcji Alexiusa Meinonga, który dowodzi, że „pomiędzy daną przyczyną a skutkiem istnieje związek przyczynowy, ale jest on dla nas niepoznawalny, gdyż zjawisko jest zbyt złożone. Mamy zatem do czynienia z pozornym wyłamaniem się z prawidłowości, a przypadek jest określany jako „nieznana nam przyczyna częściowa” (Smoluchowski, 1923, s. 29). Smoluchowski nie zgadzał się z tą tezą, twierdząc, że nieznanostwo przyczyny częściowej nie stanowi ograniczenia dla wyliczenia prawdopodobieństwa. Można bowiem obliczyć efekt wywołany przez „nieznaną nam przyczynę częściową”, powołując się na prawo wielkich liczb, zasadę, której nie można udowodnić, ale która okazała się też nie do obalenia na drodze empirycznej (Smoluchowski, 1923, s. 31).

Prawo wielkich liczb sprawia, że nieprawidłowości wnoszone w świat przez zdarzenia przypadkowe znikają w wyniku ogólnym... zapewne umysł nasz nie może się z tym pogodzić, aby podobną zasadę przyjmować dlatego tylko, że tu i ówdzie została stwierdzona jej trafność (Smoluchowski, 1923, s. 30–31). Wyjaśnia to Władysław Gosiewski, który dowodzi, że prawdopodobieństwo zdarzeń wyłączających się, tj., gdy prawdopodobieństwo spodziewanego skutku kolejnej próby jest niezależne od skutku próby poprzedzającej, jest oczywiste i proste. Jednak przypadek, w którym prawdopodobieństwo spodziewanego skutku każdej kolejnej próby zależy od skutku

próby poprzedzającej, wymaga bliższego wyjaśnienia. W przypadku tym nie ma już prostej zależności prawdopodobieństwa od porządku wykonania próby, lecz każda próba, do której przynależy prawdopodobieństwo, przygotowuje prawdopodobieństwo dla próby następującej po niej. Jako więc uzupełnienie prawa wielkich liczb otrzymujemy następujące twierdzenie: jeśli prawdopodobieństwo spodziewanego skutku każdej kolejnej próby zależy od skutku próby poprzedzającej, wówczas oczekiwany wynik prób, jak i prawdopodobieństwo tego wyniku są takie same, jak gdyby prawdopodobieństwo spodziewanego skutku każdej kolejnej próby nie zależało od skutku próby poprzedniej, ale nabywało we wszystkich po kolei próbach wartości aktualnych, zależnych jedynie od porządku próby (Gosiewski, 1906, s. 95–97).

Gosiewski odwołuje się do badań Andrieja Andriejewicza Markowa, przywołując tzw. własność Markowa. Ta konstatacja ma istotne znaczenie dla zrozumienia koncepcji Smoluchowskiego w kontekście możliwości matematycznego określenia wystąpienia przypadku przy pomocy rachunku prawdopodobieństwa. Przypadek kwalifikujący się do obliczeń rachunkiem prawdopodobieństwa zachodzącego skutku uzależniony jest tylko od odpowiednio częstego występowania sytuacji i jej powtarzalności. Skutek nie zależy od prawdopodobieństwa zaistnienia przypadku wcześniejszego, a jedynie od porządku kolejnego przypadku. Bezpieczną sytuacją jest, gdy mamy do czynienia z częstościami względnymi wchodzącymi w zakres prawa wielkich liczb, a istota przypadku sprowadza się do tego, że przyczyna zdarzenia spełnia prawo prawdopodobieństwa.

Według Smoluchowskiego o prawdopodobieństwie matematycznym może być mowa wtedy, gdy funkcja $y = f(x)$, przedstawiająca związek przyczynowy pomiędzy przypadkową przyczyną x i skutkiem y , ma tę właściwość, że pewnemu zbiorowi wartości na x , w rozkładzie dowolnym, odpowiada zawsze w przybliżeniu jeden i ten sam rozkład odpowiednich wartości na y . Określenie „w przybliżeniu” ma przy tym wyrażać to, że ścisłej tożsamości rozkładów y możemy oczekiwać tylko przy nieskończeniu licznych przypadkach szczególnych, to znaczy przy licznych zbiorach (Smoluchowski, 1923, s. 44).

Zgodność probabilistyczną budujemy w oparciu o prawo wielkich liczb, umożliwiające fizyczną i operacyjną interpretację przy jak największym wykorzystaniu indywidualnych wypadków.

FUNKCJONALIZM ERNSTA MACHA

Omawiając naturę przypadku, nie można pominąć funkcjonalizmu Ernsta Macha³, albowiem zamysł stworzenia przez Smoluchowskiego teorii ontycznego rozumienia przyczynowości wzięty był najprawdopodobniej z koncepcji Austriaka. Mach przedstawił pomysł zastąpienia przyczynowości rozumianej epistemicznie przez relację nazwaną funkcjonalizmem (Gawecki, 1969, s. 179), w którym tzw. związek przyczynowy stanowi sekwencję następujących po sobie zjawisk, pozostających względem siebie w zależności funkcjonalnej. Funkcję rozumiał w zwykłym znaczeniu matematycznym, co skutkowało usunięciem z nauki pojęć przyczyny i skutku, jako niejasnych oraz wieloznacznych, i zastąpienie ich matematycznym pojęciem funkcji opisującej zależność cech zjawisk jednych od drugich.

Koncepcja Macha stanowiła szczególną kontynuację idei krytyki przyczynowości Davida Hume'a, która zakładała, że pomiędzy zdarzeniami, traktowanymi jako przyczyna i skutek, można co najwyżej stwierdzić następstwo czasowe. Mach w swoich rozważaniach poszedł dalej niż Hume i w relacji przyczynowości zrezygnował z następstwa czasowego. Według niego zależność funkcjonalna zjawisk jest wzajemna i odwracalna, a następujące w przyrodzie kolejne relacje można określić jako zależności obustronne i jednoczesne – dlatego można je ująć w funkcje matematyczne. Czas, według Macha, w związkach przyczynowych można pominąć, ponieważ wszystkie związki – zarówno przestrzenne, jak i czasowe – sprowadzają się nieodwołalnie do zależności funkcyjnej zjawisk.

Całokształt problemów dotyczących przyczynowości, przyczyny, skutku i przypadku mimo upływu ponad stu lat nadal jest w nauce kwestią nierozstrzygniętą, a krok wykonany przez Smoluchowskiego – prowadzący do przesunięcia problemu z obszaru filozofii na płaszczyznę nauki – miał ogromne znaczenie.

Niewątpliwie wpływ na proces wprowadzenia probabilistyki w obszar przyczynowości przez Smoluchowskiego miał fakt, iż na początku XX w.

³ Koncepcja ta jest interesująca z co najmniej czterech powodów. Po pierwsze, Mach miał negatywny stosunek do klasycznego rozumienia przyczynowości, a będąc wybitną osobowością w świecie nauki, zwłaszcza fizyki i filozofii, wpływał na postrzeganie i definiowanie tego problemu przez ówczesne środowiska naukowe. Po drugie, Smoluchowski z pewnością znał koncepcje filozoficzne Macha, w tym te dotyczące przyczynowości; interesował się jego filozofią w aspekcie toczonego się ówczesnie dyskursu dotyczącego istoty materii. Po trzecie, w 1895 r. Ernst Mach objął katedrę filozofii na Uniwersytecie Wiedeńskim i często wchodził w spory dotyczące kinetyki i atomistyki z Ludwikiem Boltzmannem kierującym katedrą fizyki. Smoluchowski obronił w tym roku doktorat z fizyki i naturalnym porządkiem rzeczy, bywając na uniwersytecie, niewątpliwie uczestniczył bezpośrednio lub pośrednio w toczących się między oboma naukowcami dysputach, których temat był dla polskiego fizyka fundamentalny. Po czwarte, Smoluchowski w swojej pracy naukowej poświęcił kwestii przypadku i przyczynowości dużo uwagi, budując podstawy metodologii pod probabilistykę w fizyce. Niemożliwy wydaje się w tej sytuacji brak zainteresowania polskiego fizyka poglądami Austriaka w kwestii przyczynowości, a co za tym idzie należy postawić pytanie o wpływ filozofii Macha na poglądy Smoluchowskiego.

w polskich kręgach naukowych, głównie filozoficznych, pojawiło się szereg publikacji poświęconych problemom przyczynowości, rachunku prawdopodobieństwa i teorii wielkich liczb. Smoluchowski znał te problemy, zwłaszcza że część z tych prac dotyczyła uczonych, z którymi łączyły go osobiste kontakty.⁴

Inspiracje polskich uczonych, matematyka i fizyka Władysława Gosiewskiego, filozofa i przyrodnika Władysława Kozłowskiego, filozofa nauk przyrodniczych Joachima Metallmanna, historyka filozofii Władysława Heinricha czy filozofa Bolesława Gaweckiego⁵ dostrzec można w pracach *O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki...*, w *Uwagach o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych*, a także w *Poradniku dla samouków*. Poważny dyskurs, jaki toczył się wówczas w kręgach polskich naukowców, stanowił bezpośredni impuls, który zainspirował Smoluchowskiego do zajęcia się kwestią przypadku i przyczynowości.

ONTYCZNE UJĘCIE PRZYCZYNOWOŚCI

Pierwsza publikacja Gaweckiego, zatytułowana *Kauzalizm i funkcjonalizm w fizyce*, ukazała się w „Kwartalniku Filozoficznym” dopiero w 1921 r., czyli cztery lata po śmierci Smoluchowskiego. Mogła jednak zainspirować naszego fizyka, gdyż nie jest wykluczone, że to jej założenia zainicjowały ogólny namysł Smoluchowskiego nad kwestią przyczynowości. Poniżej spróbujemy wyjaśnić, jak to było możliwe.

Władysław Kozłowski w pracy *Przyczynowość jako podstawowe pojęcie przyrodznawstwa* zakładał, że pojęcie zależności jest szersze niż pojęcie przyczynowości, która stanowi jedną z form zależności (zależność przyczynowa), natomiast pojęcie funkcji jest zależnością według prawidła określonego ilościowo. Do pojęcia zależności powinniśmy dodać jakąś bardziej określającą je cechę, aby otrzymać przyczynowość. Cechę tę znajdziemy, rozważając jedno z zagadnień, które przebiega przez cały rozwój filozoficznego pojęcia przyczynowości – kwestię czasowego następstwa przyczyny i skutku (Kozłowski, 1906, s. 19). Kozłowski zauważa, że Mach chciał wyrugować pojęcie związku przyczynowego i zastąpić je dwiema zasadami: zasadą ciągłości i zasadą różniczkowania. Pierwsza polega na tym, że raz nabyty nawyk łączenia w myśli dwóch rzeczy *A* i *B* zachowujemy w miarę możliwości także w nieco odmiennych warunkach. Jest to zasada możliwego uogólnienia. Druga zasada każe nam szukać momentów różniczkujących przy

⁴ Przykładowa korespondencja z Władysławem Gosiewskim dostępna w Bibliotece Jagiellońskiej – sygnatura BJ Rkp. 9415 III t. 3, z Władysławem Heinrichem – sygnatura BJ Rkp. 9420 III t. 8, z Bolesławem Gaweckim – sygnatura BJ Rkp. 9422 III.

⁵ Bolesław Józef Gawecki (1889–1984) – polski filozof. Badał metafizyczne podstawy filozofii przyrody. Autor *Zagadnień przyczynowości w fizyce*.

owej substytucji znanego związku A i B zamiast nowego A_1 i B_1 (Kozłowski, 1906, s. 16). Uzasadniając punkt widzenia Macha, filozof dowodził, że stosunki czasowe i przestrzenne są bezużyteczne i wprowadzają zamęt w pojęcie przyczynowości. Czas i przestrzeń, jako pojęcia naukowe, są bowiem „abstrakcjami”, hipotezami pomocniczymi. „Pojęcie” czasu powstaje przez ujęcie zmian i ma znaczenie, dopóki istnieją zmiany. Stosunki przestrzenne i czasowe redukują się ostatecznie do wzajemnej zależności zjawisk, która zastępuje wszystkie podstawowe stosunki stawania się zewnętrznego (czas, przestrzeń i przyczynowość). Tak więc na miejscu „metafizycznej” zależności między przyczyną a skutkiem ma stanąć „czysto logiczny” związek między „pojęciowymi pierwiastkami, określającymi fakt” (Kozłowski, 1906, s. 16–17).

Kozłowski analizuje proponowany przez Macha schemat na konkretnym przykładzie. Odrywając się od formy czasowej i przestrzennej zjawisk, uzmysłowimy sobie stosunek zależności przyczynowej do funkcjonalnej w następujący sposób: mamy mechanizm zegarowy, którego wszystkie kółka zaczepiają się wzajemnie, a nie ma żadnej przeszkody do ruchu w jednym lub drugim kierunku. Możemy, kręcąc dowolne kółko na prawo lub na lewo, nadać całemu mechanizmowi ruch w odpowiednim kierunku. Ale jeśli każde kółeczko zaopatrzone będzie w zaczepki (podobne do tych, które mają zegarki na walcu sprężynowym), dopuszczające ruch tylko w jednym kierunku, a niedopuszczające go w przeciwnym, mechanizm taki posiadać będzie tę własność, że: 1) będzie można go poruszać tylko w jednym kierunku; 2) poruszenie każdego kółka będzie wprawiało w ruch tylko wszystkie następujące po nim (w kierunku wyznaczonego ruchu), zostawiając nieruchome wszystkie poprzedzające.

Pierwszy mechanizm, jak wskazuje Kozłowski, przedstawia zależność funkcjonalną, drugi związek jest przyczynowy. Pierwszy łączy treści wrażeniowe w ten sposób, że wszystkie są zależne od wszystkich i że zależność ta ujawnia się w jakimkolwiek kierunku; drugi tworzy jednostronnie czepiający się łańcuch – ukazanie się przyczyny wywołuje jej skutek oraz wszystkie następne (nie w czasie, lecz kierunku wytyczonym przez nieodwracalność), ale nic nie zmienia w poprzednich – nie ma tu zależności od skutku do przyczyny, czyli wstecz (w kierunku odwrotnym). Czy zatem forma matematyczna prawa przyrody wyraża wszystko, co w tym prawie zawarte? Nie mamy tu na myśli oczywiście tego, że zależność funkcjonalna wyraża tylko ilościowy stosunek, gdy prawa przyrody wyrażają związek między jakościowymi treściami ujęcia; to zastępstwo jakości przez ilość jest uprawnione i nie staje na przeszkodzie każdorazowej konkretnej interpretacji prawa (Kozłowski, 1906, s. 21–22).

Kozłowski nie identyfikuje się z funkcjonalizmem Macha. Z jego dalszych wywodów wynika, że każda funkcja matematyczna, gdy zostanie użyta dla wyrażenia prawa przyrody, zawiera domyślne zastrzeżenie jednostronnej

zależności parametrów. Ta zależność określa charakter przyczynowości, co oznacza, że każda funkcja matematyczna, o ile wyraża stosunki fizyczne, zawiera domyślnie twierdzenie przyczynowe. Wynika stąd więc, że nie tylko zależność funkcjonalna nie może zastąpić przyczynowości, lecz że przez nią dopiero nabiera znaczenia w zastosowaniu do zjawisk rzeczywistych (Kozłowski, 1906, s. 23).

Gawecki również nie zgadzał się z postawioną przez Macha tezą, jednakże swoje stanowisko uzasadniał bardziej stanowczo, jego zdaniem proponowana reforma, polegająca na usunięciu czasowego następstwa i wprowadzeniu funkcji odwracalnych, nie dawała się zastosować do wszystkich odmian związków fizycznych (Gawecki, 1969, s. 105). Uważał, że nie wszystkie związki spotykane w fizyce mogą być interpretowane tylko jako funkcje matematyczne, obok funkcji Macha występują też funkcje zasadniczo nieodwracalne, które można by nazwać funkcjami „fizycznymi”, gdy dochodzi element czasu wyróżniający jeden z członów; gdy B następuje po A , ale A nie może następować po B . Dzieje się tak w sytuacji, gdy porządek występowania po sobie stanów zjawiska jest niezmienny, określany przez sam ustrój przyrody (Gawecki, 1969, s. 105). Gawecki wprowadził rozróżnienie pomiędzy kauzalizmem, operującym funkcjami fizycznymi (rozumianymi jako pewien stosunek zależności pomiędzy wielkościami charakteryzującymi części danego zjawiska fizycznego, następującymi po sobie w czasie, w pewnym określonym porządku), a funkcjonalizmem, posługującym się funkcjami odwracalnymi, któremu Mach zapewniał wyłączność w naukach ścisłych (Gawecki, 1969, s. 106).

Nieodwracalności następstwa w tej grupie zjawisk nie da się wyeliminować. Nie jest to bowiem dodatek myślowy, ale coś, co wynika z bezpośrednio badanego przez nas rzeczywistego świata, a ta bezpośredniość jest źródłem przyczynowego ujmowania zjawisk, zwanego kauzalizmem. Nie wszystkie zawiązki w formie matematycznej spotykane w fizyce mogą być interpretowane po prostu jako funkcje matematyczne (Gawecki, 1969, s. 105–106).

W zjawiskach odwracalnych „przyczyna” i „skutek” nie wyrażają żadnej treści usprawiedliwiającej stosowanie ich w nauce. By ująć zjawiska odwracalne, wystarczy pojęcie funkcji w sensie matematycznym. Natomiast w przypadku zjawisk nieodwracalnych nie sposób wyeliminować elementu czasowego, dlatego celowe okazuje się zastosowanie do tych zjawisk przyczynowej (kauzalnej) metody ujęcia operującej „funkcjami fizycznymi” interpretowanymi czasowo. Wskazując pewien określony kierunek stałego następstwa zjawisk rzeczywistych, można traktować go jako przyczynowe wyjaśnienie tych zjawisk. Nie należy przesądzać ogólnego zdeterminowania zjawisk przyrody, mowa tu przecież o postaci prawa przyczynowego dla fizyki, a nie o zasadzie przyczynowości. Założenie, że każde zjawisko w określony sposób jest powiązane z innymi zjawiskami, stosuje się zarówno do zjawisk odwracalnych, jak do nieodwracalnych (Gawecki, 1969, s. 183–184).

Gawecki swoją teorię budował od 1913 r., jego pierwsza publikacja pt. *Kauzalizm i funkcjonalizm w fizyce* ukazała się w 1921 r., o czym była już mowa. Jednak Smoluchowski zapoznał się z koncepcjami Gaweckiego szczególnie, albowiem był promotorem⁶ jego pracy doktorskiej, w której zajmował się funkcjonalizmem Macha. Nie jest zatem przypadkiem, że Smoluchowski prace dotyczące przyczynowości opublikował dwa lata później – w 1916 r. ukazał się esej *Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych*, w 1917 r. – *Przedmiot, zadanie, metoda oraz podział fizyki*, a w 1918 r., już po jego śmierci, wydano po niemiecku artykuł *Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik*.⁷

Analiza filozofii Macha przeprowadzona przez Gaweckiego zainspirowała Smoluchowskiego do zbudowania koncepcji przypadku. Dostrzegając racje Gaweckiego w rozróżnianiu kauzalnego i funkcjonalnego rozumienia przyczynowości, uczony zrozumiał, że te dwie koncepcje nie muszą się wykluczać, a wręcz odwrotnie – mogą być rozumiane dualnie, w sposób, w którym jest miejsce zarówno na kauzalizm, jak i na funkcjonalność. Przełomem jest tu zróżnicowanie postrzegania przyczynowości na sposób epistemiczny i ontyczny (poznawczy i bytowy), gdzie w pierwszym przypadku udział czynnika czasu jest dopuszczalny, w drugim zaś okazuje się zbyteczny.

Ontyczne ujęcie przyczynowości umożliwia opis zachodzących zdarzeń fizycznych przy pomocy rachunku prawdopodobieństwa. Wynika to z możliwości określenia relacji matematycznych łączących zaistniałe zdarzenia częściowe ze skutkiem. Jednocześnie rozumowanie Macha uświadomiło Smoluchowskiemu możliwość pominięcia czasu w związkach przyczynowych i ujęcia przyczynowości w funkcje matematyczne, z tą różnicą, że nie analizował on przyczynowości w aspekcie epistemicznym, a badał jej charakter ontyczny. Było to inne postrzeganie przyczynowości, co wiązało się z przesunięciem rozważań nad przyczynowością z filozoficznych w przestrzeń metodologii nauki, a zwłaszcza fizyki. Narzędziem umożliwiającym ten zamiar stała się interpretacja istoty przypadku.

⁶ W piśmie z 18 listopada 1913 r. dziekan Wydziału Filozofii UJ Jan Łoś przesłał profesorom Wiktoldowi Rubczyńskiemu i Władysławowi Heinrichowi rozprawę doktorską Bolesława Gaweckiego wraz z dopiskiem doktoranta – prośbą o dopuszczenie do egzaminów z regoryzmów. Pod wnioskiem dziekana widnieje zapis wykonany odręcznie piórem: „Promocja, dnia 14.01.1914 r. Promotor Prof. M. Smoluchowski” (karta 12 Archiwum UJ). Smoluchowski nie był promotorem według dzisiejszego rozumienia tego określenia. Prowadzącym promocji doktorat, jak pisze w swoim *curriculum vitae* Gawecki, był prof. Heinrich. Smoluchowski udzielał promocji *sub auspiciis Imperratoris*, co oznacza, że pracę doktorską Gaweckiego musiał wnikliwie przestudiować. W książce z 1913 r. *Zbiór najważniejszych przepisów uniwersyteckich* Kazimierz Kumaniecki pisze: „W myśl rozporządzenia z 28.08.1888 roku można uwzględnić przy udzielaniu promocji *sub auspiciis Imperratoris* tylko takiego kandydata filozofii, który nie tylko złożył egzaminy ściśle, ale nadto wykazał, że także jego rozprawa pod względem wartości naukowej przewyższa znacznie zwykłą miarę” (Kumaniecki, 1913, s. 100).

⁷ W przekładzie na język polski: *O koncepcji przypadku i pochodzeniu praw prawdopodobieństwa w fizyce*.

PRZYPADEK

Przypadek stanowi szczególny gatunek stosunków przyczynowych. Określone zdarzenie zależy od przypadku, który uzależniony jest od zmiennej będącej przyczyną zdarzenia. Ta przyczyna spełnia pewne prawo prawdopodobieństwa i jest pierwotna w stosunku do skutku, dla którego odnotowujemy niezmienną prawo prawdopodobieństwa. Zaistnienie lub nie zdarzenia zależy od bardzo małej zmiany zmiennej stanowiącej przyczynę. Kluczowe jest zaistnienie samego zdarzenia na linii przyczyna – skutek, analizuje się je, pomijając istotę czynnika pobudzającego tę relację, a skupiając się na statystycznej możliwości jego zaistnienia.

Przypadek według Smoluchowskiego to pewien specyficzny gatunek odniesień przyczynowych. Jest to pojęcie niejednoznaczne i można je rozumieć w różny sposób. Uczonemu interesował przypadek umożliwiający zastosowanie probabilistyki dla wyliczenia prawdopodobieństwa jego zaistnienia. Szukał on takiego ujęcia przypadku, które w skuteczny sposób poddałoby go wyliczeniom matematycznym. Przeprowadził więc następujące rozumowanie: uważa się zwykle, że pewne zdarzenie y zależy od przypadku, gdy jest taką funkcją zmiennej x , zwanej przyczyną lub warunkiem częściowym (x może być także nieznaną co do swej wartości liczbowej lub ignorowaną umyślnie), że pojawienie się albo niepojawienie tego zdarzenia zależy od bardzo małej zmiany argumentu x (małej w stosunku do obszaru wahań x) (Smoluchowski, 1923, s. 11). Doszedł do wniosku, że o matematycznym prawie prawdopodobieństw $W(y)$, odnoszącym się do wielkości y , można mówić, gdy $y = f(x)$ posiada, oprócz własności polegającej na zjawieniu się tego zdarzenia w przypadku bardzo małej zmiany argumentu x , również tę szczególną własność, że rozkład wartości y (w pewnych granicach) jest niezależny od rodzaju dyspersji $\varphi(x)$, wyznaczającej częstość względną wartości x (przy założeniu, że funkcja $\varphi(x)$ ma prawidłowy przebieg) (Smoluchowski, 1923, s. 11).

Przypadek nadający się do obliczenia prawdopodobieństwa odróżnia się od przypadku w znaczeniu szerszym przez istotną i charakterystyczną własność, w której skutek wykazuje pewną prawidłowość przy częstym powtarzaniu się zjawiska, niezależnie od rodzaju przyczyny (Smoluchowski, 1923, s. 34). Istotnym momentem zmiany dotychczasowego rozumowania jest przeniesienie uwagi z przyczyny na samo zaistnienie zdarzenia określanego jako przypadek. W tej sytuacji nie jest dla badacza istotne rozważanie elementu pobudzającego relację przyczynowości, czyli badania (w rozumieniu arystotelesowskim) przyczyny, jak i nie jest najważniejsze badanie bezpośredniej relacji pomiędzy przyczyną i skutkiem. Badamy sam skutek, a w zasadzie statystyczną możliwość jego zaistnienia.

Subtelna różnica powodująca przesunięcie akcentu z faktu postrzegania zaistnienia zdarzenia przyczynowego na rezultat uzyskanego skutku, spra-

wia, iż możemy wyliczyć ten rezultat, stosując narzędzie, jakim jest rachunek prawdopodobieństwa. Zmiana zdefiniowania problemu spowodowała, że przypadek mógł zostać zlokalizowany w obrębie obszaru funkcjonowania fizyki. Stwierdzenie zaistnienia przypadku przy pomocy formuły matematycznej miało niezwykle doniosłe znaczenie, umożliwiało bowiem naukowe zdefiniowanie rozważanego problemu.

Przypadek jest to ten aspekt zaistnienia zdarzenia, który możemy ująć matematycznie. Ujmując tę myśl Smoluchowskiego nieco kolokwialnie, rozpatrzmy przykład rozpadu pierwiastka radu, który umożliwi dostrzeżenie istoty konceptu polskiego fizyka. Połowiczny czas rozpadu radu izotopu 226 wynosi 1599 lat. W tym czasie następuje połowiczny rozpad określonej, dowolnej ilości radu, liczba atomów radu zmniejsza się o połowę. Nie sposób określić i poznać, które atomy, w jakim czasie i z jakiego powodu ulegną rozpadowi. Jednak nie jest to przeszkodą w określeniu, w jakim czasie połowa z izotopowych atomów ulegnie rozpadowi. W tym rozważaniu najbardziej istotny problem nie ma charakteru epistemicznego, filozoficznego, nie pytamy, co jest przyczyną rozpadu. Skupiamy się na aspekcie statystycznym zaistnienia przypadku, a co za tym idzie na możliwości jego wyliczenia. Najważniejszy staje się ontyczny fakt, jakim jest zachodzący rozpad, w wyniku którego otrzymujemy skutek w postaci innej liczby atomów radu izotopu 226. Przyczynowość ta ma oczywiście filozoficznie charakter kauzalny, ale z uwagi na pominięcie elementu poznania przyczyny obracamy się w fizycznym obszarze ontycznego zaistnienia przypadku tego zdarzenia.

Stwierdzenie, że w przypadkowym zdarzeniu nie istnieje przyczyna, idzie za daleko, można by się zgodzić, iż przyczyny nie ma tylko w danym układzie odniesienia. Przyczyna jest nam nieznaną, co nie znaczy, że nie istnieje. W teorii Smoluchowskiego nie analizuje się przyczyny nie dlatego, że z góry zakłada się, iż jej nie ma, ale dlatego, że w statystycznym ujęciu skutku jej istnienie bądź nieistnienie nie ma realnego znaczenia. Brak wiedzy o przyczynie zjawiska nie wpływa na szacowanie prawdopodobieństwa jego zaistnienia.

Smoluchowski twierdzi, że stojąc na pozycji deterministycznej, będziemy traktować przyczynę i skutek jako stałą konieczność, powiązaną wewnętrznymi stosunkami łączącymi zdarzenia częściowe. O braku konieczności może być mowa tylko w znaczeniu względnym – o ile konieczność nie jest poznawalna na zewnątrz, czyli o ile część przyczyn działających pozostaje nieoznaczona. Ta konstatacja jest odpowiedzią na pytanie o miejsce przypadku w fizyce. Wyrażony przez Smoluchowskiego pogląd sprowadza istotę przypadku do niepełnej znajomości praw funkcjonujących w przyrodzie lub do nieznanności wszystkich działających przyczyn.

KROK KU RACHUNKOWI PRAWDOPODOBIEŃSTWA

Wykorzystanie rachunku prawdopodobieństwa w tej konkretnej sytuacji przekonało fizyków, że do zobrazowania niektórych zjawisk w fizyce można z powodzeniem użyć – jako narzędzia opisu zdarzeń – języka probabilistyki, co wcześniej było kwestionowane. Wytoczony przez Polaka kierunek badań przypadku zaowocował powstaniem poważnego działu matematyki, zajmującego się zastosowaniem rachunku prawdopodobieństwa w badaniach w fizyce.

Propozycja Smoluchowskiego oferuje niezwykle ważne i skuteczne narzędzie matematyczne, poddające nowe obszary rzeczywistości badaniom empirycznym. Jednakże we współczesnej fizyce dylemat, czy indeterminizm ma charakter ontologiczny, czy też istnieje jakiś głębszy poziom rzeczywistości, względem którego zjawiska kwantowe są zdeterminowane, stanowi wśród fizyków i filozofów jeden z głównych problemów, na temat którego toczą się dyskusje ciągle dalekie od jednoznacznych rozstrzygnięć (Lemańska, b.d.).

Niewątpliwą zasługą Smoluchowskiego było rozróżnienie filozoficznego i fizykalnego pojmowania przyczynowości, przypadku i rachunku prawdopodobieństwa. Funkcjonalizm Macha, pomimo że odwoływał się do funkcji matematycznych, był postulatywnie filozoficzny, a przy tym dość ekstremalnie ukierunkowany. Cele naukowe i metodologia obu uczonych skupiały się na innych dążeniach. Dla Smoluchowskiego, dostrzegającego możliwość zastosowania rachunku prawdopodobieństwa w fizyce, ujęcie fenomenologiczne stanowiło ślepią uliczkę w badaniu problemu. Sprecyzował on różnicę w podejściu fizyka i filozofa do tego problemu:

„Różnorodne rozbiory filozoficzne pojęcia prawdopodobieństwa nie dają w tym względzie żadnego bliższego wyjaśnienia. W ogóle filozofa obchodzi tu zwykle coś zupełnie innego niż fizyka. Filozof [...] nie ma w zwyczaju rozważać bliżej pytania, do jakiego gatunku należą obiektywne fakty, stanowiące podstawę zdań prawdopodobnych. W przeciwieństwie do tego, ściśle przyrodnawstwo nie interesuje się wypowiedziami i domniemaniami podmiotowymi, uprawnionymi bądź nie, interesuje się natomiast prawdopodobieństwem obiektywnym lub «matematycznym», to znaczy częstością względną występowania oznaczonych zdarzeń przypadkowych” (Smoluchowski, 1923, s. 30).

Nakreślona przez Smoluchowskiego charakterystyka zróżnicowanego postrzegania przez fizyka i filozofa zachodzących zdarzeń nie oznacza deklaracji radykalnego odcięcia nauk ścisłych od koncepcji filozoficznych.

Małgorzata Stawarz twierdzi, że Smoluchowski w niepublikowanym rękopisie ukazuje problem z nieco innej perspektywy (Stawarz, 2008, s. 84). Różnicuje rozumienie przypadku w zależności od sposobu jego postrzegania; chaos pojęciowy oraz trudności pojawiające się przy badaniu fundamentów

rachunku prawdopodobieństwa są spowodowane odmiennymi punktami widzenia przedstawicieli trzech różnych dziedzin, w których obrębie problem jest rozważany: matematyki, fizyki i filozofii. Zawarta w rękopisie uwaga Smoluchowskiego jest spojrzeniem na problem przypadku z pozycji metanaukowej, umożliwiającym wyjście poza język potoczny. Matematyk⁸, stwierdza Smoluchowski, zajmuje się formalną stroną rachunku prawdopodobieństwa, obliczaniem prawdopodobieństwa zjawiska złożonego na podstawie zjawisk składowych, elementarnych. Fizyk w określeniu tego, co uznaje za przypadkowe, zwykle kieruje się jakąś intuicją i weryfikuje konsekwencje rachunku prawdopodobieństwa na drodze eksperymentalnej. Filozof natomiast interesuje się psychologiczną stroną przedmiotu lub rozważa problem, jak umieścić prawdopodobieństwo w systemie logiki formalnej (Smoluchowski, b.d.).

Filozofia ukierunkowana epistemologicznie nie jest zainteresowana praktycznym wykorzystaniem pojęć przypadku i prawdopodobieństwa. Podejście filozoficzne do probabilistyki ma naturę epistemologiczną. Przesunięcie rozważań nad naturą przypadku na płaszczyznę ontologiczną zmienia tę percepcję, przenosząc badanie przypadku w obszar działania nauki i umożliwiając w sposób praktyczny zastosowanie rachunku prawdopodobieństwa.

PODSUMOWANIE

Wprowadzenie przez Smoluchowskiego przypadku i rachunku prawdopodobieństwa w obręb funkcjonowania nauki nie zostało odpowiednio dostrzeżone w publikacjach naukowych. Nieliczne wypowiedzi, jak Joachima Matellmanna: „W tym upatrywałbym zasługę Smoluchowskiego, że za bezpłodne pojęcie subiektywistycznego przypadku, jako negacji determinizmu, wprowadził [...] po prostu prawidłowość statystyczną” (Metallmann, 1933, s. 93–94), Rosjanina Łukasza Storcza: „Okazały się potrzebne głębokie dociekania Smoluchowskiego, aby ostatecznie ustalić, że prawidłowość statystyczna jest zupełnie nowym typem prawidłowości, ściśle określonej przez warunki fizyczne” (Storcza, 1948) czy przytoczona wyżej wypowiedź matematyka Stanisława Ulama, tylko mocniej akcentują ten problem.

BIBLIOGRAFIA

- Amsterdamski, S., Augustynek, Z., Mejsbaum, W., *Prawo, konieczność, prawdopodobieństwo*, Książka i Wiedza, Warszawa 1964.
Ehring, D., *The Transference Theory of Causation*, Synthese, 1986, 67 (2), s. 249–258.
Gawecki, B. J., *Zagadnienie przyczynowości w fizyce*, Wydawnictwo PAX, Warszawa 1969.

⁸ Zapis dotyczący rozważań o prawdopodobieństwie z rękopisu Smoluchowskiego, znalezionej przez Małgorzatę Stawarz, jest podobny do fragmentu eseju *Uwagi o roli przypadku we fizyce*.

- Gosiewski, W., *Zasady rachunku prawdopodobieństwa*, Warszawa 1906.
- Kozłowski, W. M., *Przyczynowość jako podstawowe pojęcie przyrodznawstwa*, Główny Skład u E. Wende'go i S-ki, Warszawa 1906.
- Kumaniecki, K., *Zbiór najważniejszych przepisów uniwersyteckich*, Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1913.
- Lemańska, A., *Determinizm*, b.d.; http://www.kul.pl/files/57/encyklopedia/lemanska_determinizm.pdf; dostęp: 6.11.2022 r.
- Loria, S., *Marian Smoluchowski i jego dzieło (1872–1917)*, *Postępy Fizyki*, 1953, 4 (1), s. 5–38.
- Metallmann, J., *Zagadnienie przypadku*, *Przegląd Współczesny*, 1933, r. XII, t. XLIV.
- Polak, P., *Koncepcja przypadku w pismach Mariana Smoluchowskiego*, w: *Krakowska filozofia przyrody w okresie międzywojennym*, t. 3, Smoluchowski – Natanson – inni, red. M. Heller, J. Mączka, Ośrodek Badań Interdyscyplinarnych przy Wydziale Filozoficznym Papieskiej Akademii Teologicznej-Wydawnictwo Diecezji Tarnowskiej Biblos, Kraków–Tarnów 2007.
- Roskal, Z. E. *Marian Smoluchowski's Contributions to the Philosophy of Causation*, *Organon*, 2018, 50, s. 5–18.
- Smoluchowski, M., *Uwagi o roli przypadku we fizyce*, rękopis, Biblioteka Jagiellońska, sygn. 9398IV, k. 3, b.d.
- _____, *Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych*, w: *Księga Pamiątkowa ku czci Bolesława Orzechowicza*, Lwów, 1916, s. 445–458.
- _____, *Poradnik dla samouków, Wskazówki metodyczne dla studiujących poszczególne nauki. Fizyka, Geofizyka, Meteorologia*, t. I i II, Wydawnictwo A. Hefliha i St. Michalskiego, Warszawa 1917a.
- _____, *Uwagi o roli przypadku we fizyce, Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, Towarzystwo Filozoficzne w Krakowie, Kraków 1917b, s. 277–302.
- _____, *O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw fizyki opartych na prawdopodobieństwie*, *Wiadomości Matematyczne*, 1923, 27 (2), Drukarnia Techniczna, Sp. Akc., Warszawa.
- _____, *O fluktuacjach termodynamicznych i ruchach Browna*, *Prace Matematyczno-Fizyczne*, 1927, t. 25; przedruk: *Pisma Mariana Smoluchowskiego z polecenia Polskiej Akademii Umiejętności zgromadzone i wydane przez Władysława Natansona*, t. 2, Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, s. 268–353.
- _____, *Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych*, w: *Księga Pamiątkowa ku czci Bolesława Orzechowicza, Towarzystwo dla Popierania Nauki Polskiej*, Lwów 1916, przedruk w: *Pisma Mariana Smoluchowskiego z polecenia Polskiej Akademii Umiejętności zgromadzone i wydane przez Władysława Natansona*, Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1928a.
- _____, *Przedmiot, zadanie, metoda oraz podział fizyki*, w: *Pisma Mariana Smoluchowskiego z polecenia PAU*, t. 3, Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1928b.
- Stawarz, M., *Punkt wyjścia filozoficznych rozważań Mariana Smoluchowskiego na temat przypadku i prawdopodobieństwa*, *Semina Scientiarum*, 2008, 7, s. 82–96.
- Storczak, Ł. I., *Дискуссия о природе физического знания*, *Вопросы философии*, 1948, nr 1.
- Ulam, S. M. *Przygody matematyka*, przeł. A. Górnicka, Prószyński i S-ka, Warszawa 1996.

PHILOSOPHY OF CHANCE ACCORDING TO MARIAN SMOLUCHOWSKI

ABSTRACT

The article discusses the evolution of Marian Smoluchowski's reasoning in his research on causality and understanding the essence of chance. Initially, Smoluchowski focused on the epistemic study of causality, looking for evidence supporting the kinetic-molecular theory. In proving the causes of Brownian motion, he used the

concepts of physical causality. The fundamental change in Polish physicist's perception of causality was the understanding of the position of chance on the cause-effect line. Introducing mathematical relations into his considerations, he analyzed the aspect of the occurrence of the effect. The chance suitable for calculating probability was distinguished from the chance in a broader sense by the essential regularity of the frequent recurrence of the phenomenon, regardless of the knowledge of the cause. Smoluchowski's merit was the distinction between the philosophical and physical understanding of causality, chance and probability theory. Shifting the considerations on the nature of chance to the ontological plane moved the study of chance into the area of science, thus leading to the practical application of probability theory in physics.

Keywords: physical causality, Brownian motion, effect, chance, probability.

O AUTORZE — dr (tytuł doktora uzyskał na Wydziale Filozofii Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego Jana Pawła II). Członek Pomorskiego Towarzystwa Filozoficzno-Teologicznego i Polskiego Towarzystwa Filozoficznego, wiceprezes Polskiego Towarzystwa Szekspirowskiego oraz redaktor naczelny Universitas Gedanensis. W 2020 roku ukazała się jego książka *Między fizyką a filozofią. Filozofia przyrody i filozofia fizyki w pismach Mariana Smoluchowskiego*, a w roku 2022 *Zapomniany geniusz fizyki. Rzecz o Marianie Smoluchowskim*.

Email: Jan Grzanka <jangrzanka@onet.pl>