

STANISŁAW KICZUK

Lublin

SYSTEM LOGIKI ZDAŃ KAUZALNYCH

W literaturze filozoficzno-logicznej pojawiły się już prace, w których usiłowano skonstruować systemy logiki zdań kauzalnych. Autorzy tych prac nie uwzględnili jednak faktu, że na gruncie odmiennych typów wiedzy – a nawet na gruncie różnych dyscyplin naukowych – związkowi przyczynowemu są przypisywane odpowiednio inne cechy. Wydaje się, że nie można zbudować takiego systemu formalnego, który byłby adekwatny do przedstawienia przyczynowości na gruncie każdego typu filozofii, na gruncie fizyki współczesnej i nauk humanistycznych. W tym artykule będzie się poszukiwało systemu logiki kauzalnej dla fizyki. W celu skonstruowania takiego systemu potrzebna jest wyczerpująca charakterystyka związku przyczynowego, o którym to związku mówi fizyk współczesny i filozof nauki. Zagadnienie przyczynowości pojawiło się jednak najpierw na gruncie szeroko rozumianej filozofii.

W pierwszej części artykułu dokona się – na podstawie różnych opracowań – charakterystyki przyczynowości, o której była mowa w filozofii greckiej. Tam bowiem są początki wszystkich zagadnień związanych z pojęciem związku przyczynowego. Wspomni się również o niektórych ujęciach problemu przyczynowości, zawierających nowe elementy, na gruncie filozofii średniowiecznej. Najwięcej uwagi poświęci się ukazaniu rozumienia związku przyczynowego na gruncie ujęć fizyki nowożytnej i współczesnej. Zawartość treściowa pierwszej części artykułu może być nazwana semantyką opisową dla systemów logiki kauzalnej. Opierając się na tych ustaleniach, można będzie przystąpić do konstruowania systemu logiki zdań kauzalnych. System ten dostarczy aparatury językowej i inferencyjnej, która może być wykorzystana między innymi do ukazania formalnej struktury rozumowań przeprowadzanych na gruncie języka zbliżonego do potocznego, w którym to języku jest mowa o relacjach czasowych, o zmianie i o związkach przyczynowych rozumianych zgodnie z ustaleniami nauk fizykalnych.

W drugiej części artykułu skonstruuje się system logiki zdań kauzalnych, który będzie oznaczony symbolem *CI*. Ten system będzie nadbudowany nad klasycznym rachunkiem zdań, nad systemem logiki zdań czasowych „And Then” i nad systemem logiki zmiany *ZI*. Każdy system logiki będący rozszerzeniem klasycznego rachunku logicznego, gdzie podaje się prawa rządzące poprawnym użyciem funktorów nieekstensjonalnych, może być rozpatrywany jako ułatwiający pośrednie uzasadnianie twierdzeń na gruncie szeroko rozumianej filozofii.

I

W kręgu kultury śródziemnomorskiej pierwszym typem wiedzy, która zasługuje na miano wiedzy naukowej, była filozofia. Współcześnie mówi się, że poznanie zasługuje na miano poznania naukowego, jeżeli jest poznaniem twórczym, teoretycznym, specjalistycznym, racjonalnie uzasadnionym, uporządkowanym formalnie i rzeczowo oraz wyrażonym w języku intersubiektywnie zrozumiałym. Ważną cechą poznania naukowego jest cecha teoretyczności. W nauce chodzi głównie o racjonalne wyjaśnienie zjawisk. Celem nauki są bowiem prawdy interesujące same przez się, a nie tylko prawdy, które są praktycznie cenne. Pierwszym naukotwórczym pytaniem, które postawili greccy filozofowie przyrody, było: z czego powstał otaczający nas świat?¹ To pytanie wiąże się z jednym z odcieni pojęcia przyczyny. W pytaniu tym zawarte jest bowiem dążenie do wyjaśnienia zjawisk oraz dążenie do uchwycenia jedności w różnorodności przedmiotów i faktów przez sprowadzenie wszystkiego do wspólnego początku, przez ukazanie pierwotnego rodzaju ciał, z których rozwinęła się przyroda².

Nieco później na gruncie filozofii greckiej zaczęto poszukiwać tego, co w rzeczach nie ulega zmianie. Anaksymander, mówiąc o bezkresnym, pozostającym w wiecznym ruchu arcytworzywie, nauczył Greków przenikać myślą poprzez zjawiskową powierzchnię, jak mówi A. Krokiewicz, w głąb rzeczywistości. Jeden z jońskich filozofów przyrody – Anaksymenes – dociekał już wyraźnie przyczyn, które wskazywałyby na to, jak dokonują się przemiany w przyrodzie, jak powstają różne stany zgęszczenia powietrza. Jako przyczyny ukazywał nieodłączny od materii ruch oraz zimno i ciepło. Pod wpływem eleackiej doktryny o niezmienności i nieruchomości bytu oraz opisanych przez

¹ Por. A. K r o k i e w i c z. *Pierwsza filozoficzna książka grecka*. „Przegląd Filozoficzny” 37:1934 s. 46-51.

² Por. T. C z e ż o w s k i. *Jak powstało zagadnienie przyczynowości*. Wilno 1933 s. 11.

Heraklita faktów doświadczenia i jego tezy o nieustannej, ale uporządkowanej zmienności wszystkiego nastąpiło rozdzielenie materii i siły³. Zaprzesano przypisywać materii zdolność samorzutnego, jakościowego przetwarzania się. U Empedoklesa cztery żywioły, cztery rodzaje materii zostały pojęte jako bezwładna masa. Zasadne stało się pytanie, dlaczego zmienia się materia. Jako przyczynę takiej zmiany ukazywano dwie siły, to jest miłość, która łączy rodzaje materii, i nienawiść, która rozdziela żywioły. Z kolei Anaksagoras, wprowadzając pojęcie rozumnej duszy świata, wprowadził do zagadnienia przyczynowości nowy element, a mianowicie cel stawiania się.

Przyczynowe wyjaśnienie wszystkich zjawisk usiłowali ukazać atomiści. O nich się mówi, że swój pogląd na pozazmysłową, istotową rzeczywistość uzależnili od zmysłowego doświadczenia⁴. Ruch uważali za własność materii, za własność atomów. Jest on odwieczny, jak odwieczne są same atomy, i polega na tym, że atomy zmieniają swe miejsce w przestrzeni. Z niepodzielnych atomów, które posiadają wyłącznie ilościowe własności, składają się wszystkie ciała występujące w przyrodzie. Trzeba podkreślić, że wszystkie przyczyny, które występują w świecie, atomiści traktowali jako materialne i mechaniczne. Na przykład przyczyną ruchu księżyca był dla nich odpowiedni nacisk powietrza wypełniającego wszechświat, na co zwraca uwagę W. Tatar-kiewicz. Warto dodać, że atomiści stworzyli pierwszą grecką syntezę filozoficzną. Ta synteza dotyczyła filozofii związanej z przyrodą, która to filozofia była uprawiana w początkowym okresie filozofowania Greków. Osnowę bytu atomiści, na czele z Demokrytem, widzieli w materii⁵. Według nich, co zauważa T. Czeżowski, tłumaczenie przyczynowe dotyczy nie tylko zjawisk astronomicznych, ale też podaje, z czego i jak rzeczy powstają. Rzeczy te jednak i ich własności zmysłowe to pozory, za którymi kryje się rzeczywistość atomów. Tak więc tłumaczenie przyczynowe w głębszym sensie polega na odkrywaniu prawdziwej natury owych złudnych pozorów. Można powiedzieć, że już atomiści poszukiwali przyczyn dla świata zmysłowego w dziedzinie bardziej rzeczywistej niż zmysłowa. Ten właśnie moment odkrywania prawdziwej natury rzeczy i ich zmysłowych własności Czeżowski nazywa drugą stroną tłumaczenia przyczynowego u Demokryta.

Na początku IV stulecia przed Chrystusem powstała nowa, wielka synteza filozoficzna, ale wywodząca się z orientacji humanistycznej w filozofii. Człowiek i jego wytwory stały się przedmiotem badań sofistów i Sokratesa oraz

³ Por. W. T a t a r k i e w i c z. *Historia filozofii*. T. 1-3. Warszawa 1958 – t. 1 s. 23-54.

⁴ Por. K r o k i e w i c z, jw. s. 55.

⁵ Por. T a t a r k i e w i c z, jw. t. 1 s. 54-62.

ich uczniów. Sokrates nic bezpośrednio nie wniósł do zagadnienia przyczynowości, ale przygotował grunt do nowego ujęcia tego zagadnienia przez Platona, który – podobnie jak Sokrates – był przekonany o istnieniu poznania obiektywnego. Platon, dokonujący nowej syntezy, nawiązał właśnie do filozofów, którzy zajmowali się człowiekiem, jego myśleniem i postępowaniem⁶. On jednak objął swymi rozważaniami całą rzeczywistość, podobnie jak dawniejsi kosmologowie⁷. Osnowę bytu widział w stałym i niezmiennym bycie idealnym i w duchu. Doktryny poprzedników Platona ukazywały byt prawdziwy jako należący do świata materialnego. Idee Platona do tego świata nie należą. Nie są one bytami psychicznymi ani fizycznymi. Do ich natury należy to, że nie mogą przestać być. One jedynie istnieją istnieniem doskonałym, pełnym. O rzeczach, zjawiskach można powiedzieć, że się stają, że przemijają, że są odbiciem świata idei, które są przyczynami celowymi wszelkich zjawisk⁸. Najwyższą ideą jest idea dobra, która kieruje światem. Ku niej właśnie jako ku ostatecznemu celowi, jak to interpretuje Czeżowski, poprzez inne idee zmierzają wszystkie zjawiska. U Platona, jak się wydaje, idea dobra nie jest różna od idei bytu.

Warto zauważyć, co mocno podkreśla Czeżowski, że obok stosunku celu, który zachodzi między zjawiskami a ideami, istnieje między nimi jeszcze pewien związek logiczny. Taki związek zachodzi również między samymi ideami. Idee są bowiem pojęciami ogólnymi, którym zjawiska są podporządkowane. Wśród samych idei istnieje hierarchia logiczna ze względu na ich ogólność. Zdaniem Czeżowskiego Platon identyfikował stosunek przyczyny celowej i logiczną relację podporządkowania zachodzącą między zjawiskiem zmysłowym a odpowiednią ideą. Z tego utożsamienia stosunku logicznego i metafizycznego (ontologicznego) wyrosło nowe pojęcie nauki u Platona. Dla Sokratesa wiedzą prawdziwą była wiedza ogólna, pojęciowa. Platon, który utożsamiał pojęcie z przyczyną zjawiska, prawdziwą wiedzę określał już jako wiedzę o przyczynach zjawisk⁹. Takie traktowanie nauki przejął od Platona Arystoteles. Przetrwało ono do naszych czasów, chociaż pojęcie przyczyny – co podkreśla Czeżowski – uległo zasadniczej zmianie.

Platon był również tym filozofem – co akcentuje Tatarkiewicz – który nadał nowe znaczenie terminowi „dusza”. W ujęciu Platona dusza nie jest ani rodzajem materii, ani nadziemskim demonem. Jest czymś realnym, ale nie jest materialna. Pozytywnie rzecz ujmując, jest tym, co samo wprowadza się w

⁶ Por. tamże s. 108-132.

⁷ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 22-25.

⁸ Por. tamże s. 28.

⁹ Por. tamże s. 29.

ruch, co jest źródłem ruchu, podczas gdy sama materia jest z natury bezwładna. Dusza jest nieśmiertelnym pierwiastkiem w człowieku. Człowiek z kolei – w wizji Platona – to dusza władająca ciałem.

Przyrodę materialną uważał Platon za najpośledniejszy rodzaj bytu. W jego wizji była ona czymś o wiele mniej doskonałym niż idee i dusze. Zjawiska przyrodnicze, które przemijają, mają w sobie – według niego – jakby istnienie i nieistnienie zarazem. Owo nieistnienie, które jest współprzyczyną zjawisk, pojmował jako bezkształtną nieograniczoność. Czeżowski podkreśla, że przeciwstawienie przez Platona istnienia danego w ideach oraz nieistnienia jako przyczyny i współprzyczyny zjawisk było niezmiernie ważnym pomysłem dla całej dalszej historii zagadnienia przyczynowości. Pierwiastek nieistnienia, bierności, nie posiadający żadnego kształtu w późniejszych przekształceniach nauki Platona, stał się synonimem materii, której przypisywano, jako cechy istotne, bezwładność i przestrzenność¹⁰. Było to abstrakcyjne pojęcie materii, traktowanej jako coś nieokreślonego i niedoskonałego. Zdaniem Tatarkiewicza tak widziana materia była dla Platona abstrakcyjnym składnikiem ciał, była nieboskim pierwiastkiem, który powoduje wszelką niedoskonałość i zło we wszechświecie. Materia sprawia, że wszechświat nie jest całkowicie celowy i zgodny z rozumem.

Historycy filozofii podkreślają – o czym już częściowo wspomniano – że Platon uważał, podobnie jak Demokryt, iż nic nie powstaje bez przyczyny, a wykrywanie przyczyn jest celem nauki. W jego ujęciu cel stał się główną zasadą wyjaśniania zjawisk przyrody. Celowość i rozumny ustrój świata kazały wierzyć Platonowi w istnienie bóstwa, która rozumnie zbudowało świat¹¹. Tak więc w wizji Platona przyczyną sprawczą całego świata materialnego był boski budowniczy – Demiurg. Tenże boski wieczny budowniczy tworzył świat z wiecznie istniejącej materii, mając za wzór wieczne i niezniszczalne idee. Szczegóły budowy świata i jego doskonałość w systemie Platona należy tłumaczyć za pomocą przyczyny celowej, a nie za pomocą przypadku lub też konieczności mechanicznej. Wszechświat powstał wtedy, gdy Demiurg nadał nieokreślonej materii określony kształt.

Podsumowując powyższe uwagi, można powiedzieć między innymi, że Platon mówił o trzech przyczynach świata materialnego, to jest o przyczynie celowej, materialnej i sprawczej. Wprowadzony przez Platona przedział między światem zmysłowym zjawisk i światem niezmysłowym idei oraz powiązanie ich związkiem zależności pierwszego od drugiego stało się – jak podkreśla Czeżowski – pierwowzorem wszystkich późniejszych poglądów, które

¹⁰ Por. tamże s. 31.

¹¹ Por. T a t a r k i e w i c z, jw. t. 1 s. 117-118.

poszukiwały przyczyny istnienia świata doświadczenia zmysłowego w świecie pozazmysłowym.

W literaturze filozoficznej niekiedy podkreśla się, że Platon nie poddał dokładnemu badaniu, z uwzględnieniem zdobytych metod, pojęcia zmiany i stawania się. Świat empiryczny nie mógł być bowiem dla niego przedmiotem wiedzy. Negatywne stanowisko odnośnie do poznania świata empirycznego przewyciężył Arystoteles. Zagadnienie stawania się uczynione zostało centralnym zagadnieniem jego filozofii. W związku z tym zagadnieniem niezmiernie ważne stały się dociekania dotyczące przyczynowości. Stagiryta odrzucił teorię bytu swojego mistrza¹². Przyjął natomiast platońską tezę, że prawdziwa wiedza jest ogólna. Utrzymywał przy tym, że bytami samoistnymi, to jest substancjami, są jedynie konkretne rzeczy. Arystoteles zrywał więc z platońską nauką o ideach. Czynnikiem konstytutywnym substancji stały się forma i materia. Formę rzeczy w tym ujęciu stanowi to, co jest zawarte w treści jej pojęcia. Każda rzecz bowiem posiada własności ogólne, tzn. takie, które posiadają wszystkie rzeczy tego samego gatunku, oraz własności jednostkowe. Materią w ujęciu Arystotelesa jest to, co w substancji nie jest formą. Jest więc ona tym, co jest nie uformowane, co jest nieokreślonym podłożem zjawisk i wszelkiej ich przemiany. Materia jest też tym, z czego substancje są tworzone, i zarazem tym, co w substancji jest wielością, różnorodnością i podzielnością. Terminy „materia” i „forma” stały się kluczowymi terminami w kompromisowym, ale niezmiernie oryginalnym systemie Arystotelesa.

Niekiedy mówi się, że „forma” Arystotelesa jest tym samym, co „idea” Platona, z tą tylko różnicą, iż „forma” zawiera się w rzeczach. Można powiedzieć, iż przedplatońscy filozofowie utrzymywali, że konkretną substancją jest materia. Dla Platona bytami samoistnymi były idee. W ujęciu Arystotelesa ani materia, ani idee nie istnieją samodzielnie. Samodzielnie istnieją bowiem konkretne rzeczy ukonstytuowane przez materię i formę. Ważniejszym czynnikiem konstytutywnym konkretnej rzeczy jest jednak forma. Ona w ujęciu Stagiryty – traktowana jako realny odpowiednik pojęcia – stała się zasadniczym czynnikiem zarówno poznania, jak i bytu. Materia pierwsza, która jest całkowicie nie uformowana, jest też niepoznawalna. Trzeba jeszcze dodać, co podkreśla Tatarkiewicz, że w ujęciu Arystotelesa przypadkowe postrzeżenie rzeczy nie informuje o tym, czym rzecz jest naprawdę. Z kolei to, co jest zawarte w pojęciu, jest własnością całego gatunku i jest stałe, a

¹² Por. tamże s. 133-157.

więc jest istotne. Z uwagi na powyższe forma jest również istotą rzeczy, zespołem jej własności charakterystycznych¹³.

Faktem jest, że w literaturze filozoficznej zgodnie się podkreśla, iż wyjaśnienia własności rzeczy, rozumienia samej rzeczy Arystoteles poszukiwał przez odwołanie się do formy rzeczy lub do ich materii czy też do ich przyczyny sprawczej lub celowej. Tak więc Stagiryta zaczął mówić o czterech zasadach wyjaśniania, to jest o formie, materii, sprawcy i celu. Te cztery rodzaje przyczyn współistnieją, gdy coś powstaje¹⁴. Jest rzeczą znamioną, że przyczynę sprawczą traktował grecki filozof jako tkwiącą w formie. Niektórzy historycy filozofii są zdania, że Arystoteles nie wyjaśnił dobrze stosunku zachodzącego między przyczynami formalnymi i sprawczymi¹⁵. W każdym bądź razie wszystko, co powstaje, posiada przyczynę sprawczą. Według Tatarkiewicza forma u Arystotelesa była widziana nie tylko jako czynnik formalny i idealny, ale również jako siła, która działa celowo i wytwarza skutki. Z tego zaś wynikało, że aktywność, działanie stanowią istotę bytu.

Autorzy piszący o Arystotelesie zgodnie podkreślają, że osnowę rzeczywistości Stagiryta upatrywał w konkretnych substancjach. Mniej ważne były dla niego abstrakcyjne stosunki. Tatarkiewicz zauważa, że ważne jest również to, iż jakościowe własności rzeczy grecki filozof traktował jako bardziej istotne od ilościowych. Własności jakościowe bowiem, w jego ujęciu, należały do formy. Tak więc Arystoteles przeciwstawił się ilościowemu traktowaniu zjawisk, preferowanemu przez pitagorejczyków i Platona. Obserwowany ruch ciał wyjaśniał celowym dążeniem tych ciał do właściwych im miejsc. Świat materialny traktował jako wieczny i przestrzennie ograniczony. Cały wszechświat był dla niego łańcuchem przyczynowo oraz celowo powiązanych zdarzeń. Wszystkie elementy we wszechświecie są w zasadzie tej samej natury, z wyjątkiem przyczyny pierwszej, która jest bytem całkowicie niezależnym, nieruchomym, niezmiennym, niezłożonym, niematerialnym, duchowym, jedynym, koniecznym. Przyczyna pierwsza – to jest duchowy, osobowy, transcendentny wobec świata Bóg Arystotelesa – wprawiła świat w ruch, będąc celem świata. Można też mówić o Arystotelesowej przyczynie pierwszej jako o czystym akcie, będącym przeciwieństwem materii pierwszej; ów czysty akt jest ostateczną przyczyną wszystkiego¹⁶.

Warto przypomnieć, że według Arystotelesa – jak uważają historycy filozofii – przyczyna pierwsza działała bezpośrednio tylko na jedną, zewnętrzną

¹³ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 35.

¹⁴ Por. tamże s. 34.

¹⁵ Por. tamże s. 43.

¹⁶ Por. tamże s. 38.

sferę świata. Ruch pozostałych ponadksiężycowych sfer świata był zależny od istot podobnych do przyczyny pierwszej, które były jednak mniej doskonałe. W okręgu niebiańskim wszechświata, gdzie panuje najdoskonalszy ruch okrężny, materia była traktowana jako eteryczna. W okręgu ziemskim, znajdującym się w samym ośrodku wszechświata, panował – według Arystotelesa – ruch prostoliniowy, a materia była traktowana jako zbudowana z czterech żywiołów. Można powiedzieć za Tatarkiewiczem, że okrąg niebiański był traktowany jako okrąg rzeczy wiecznych i niezmiennych, o których mówili eleaci. Z kolei okrąg ziemski był widziany jako okrąg rzeczy zmiennych i przemijających, rzeczy traktowanych na sposób Heraklita¹⁷. W okręgu ziemskim w powstaniu każdej rzeczy współdziałały przyczyny formalne, kształtujące rzeczywistość, i przyczyny sprawcze, nadające temu kształtowi właściwy impuls. Forma jest zarazem celem, a z kolei przyczyny sprawcze wiążą się z materialnymi przez to, że aktualizują możliwości materii¹⁸.

Arystotelesa doktryna czterech przyczyn i doktryna dotycząca wszechświata była wynikiem właściwego Grekom, zapoczątkowanego przez Anaksymandra, ubogaconego przez pitagorejczyków, eleatów i Platona, przenikania myślą przez zjawiskową powierzchnię rzeczy, aby dotrzeć do głębi rzeczywistości, do rzeczywistości istotnej. Warto zauważyć, że metafizyka atomistów była najmniej odległa od danych doświadczenia. Uzależniali oni bowiem swój pogląd na pozazmysłową, istotną rzeczywistość od zmysłowego doświadczenia¹⁹.

W okresie hellenistycznym stoicy usiłowali łączyć racjonalizm z materializmem. Głosili tezę, że jedynym bytem rzeczywistym jest przyroda materialna, ciała. Nie było miejsca w ich doktrynie na dualizm ciała i ducha, materii i życia, Boga i świata. Wytworzyli system monistyczny, głosząc, że cały świat jest jednolicie zbudowany, tzn. że jest on cały materialny, ożywiony i doskonały²⁰. Ciała, z których składa się świat, są ukonstytuowane przez czynnik bierny, materię, i czynnik czynny – formę. Formę, która stanowiła o jakości każdego ciała, pojmowali jednak materialnie. Była to materia sub-

¹⁷ Okrąg ziemski, według Arystotelesa, może mieć w sobie elementy wartościowe tylko przez działanie gwiazd, tylko przez wpływ okręgu niebiańskiego. Tak więc Stagiryta, tworząc teorie dotyczące przeciwstawienia świata niebiańskiego i ziemskiego oraz dotyczące wpływu gwiazd na centralnie położoną we wszechświecie Ziemię, jak również mówiących o istnieniu istot boskich, uprawiających w ruch sfery świata, niewątpliwie porzucił naukę Demokryta o jednolitej budowie rzeczywistości. Odrzucił też astronomiczny system Pitagorasa, co szczególnie podkreślają historycy nauki.

¹⁸ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 42.

¹⁹ Por. K r o k i e w i c z, jw. s. 55.

²⁰ Por. T a t a r k i e w i c z, jw. t. 1 s. 170-181.

telniejsza od zwykłej. To subtelna materia przenika materię bierną. Różne mogą być stopnie natężenia materii subtelnej (pneumy) w materii biernej, w ciałach. Ponieważ czynna pneuma jest we wszystkich ciałach, nie ma zatem ciał bezwładnych. Tak więc – co podkreśla Tatarkiewicz – wszelka materia ma w sobie źródło ruchu i życia. Można powiedzieć, że stoicy byli zwolennikami materialistycznej, dynamistycznej koncepcji świata. Niekiedy mówi się również, że dualizm materii i formy wtłoczyli – zgodnie z Demokrytem – w karby jednej przyczynowości²¹. Ich materializm nie był jednak materializmem mechanistycznym. Mechanistyczni atomiści bowiem przyjmowali tezę, że ruch, polegający na zmianie miejsca w przestrzeni, należy traktować jako powszechną własność jednorodnych atomów. Każdy zaś atom posiada, według Demokryta, swój ruch pierwotny, a więc może się zderzyć na swej drodze z innymi atomami. Ostatecznie wszystkie zjawiska są przyczynowo uwarunkowane przez owe pierwotne ruchy atomów. Tak więc mechaniczni atomiści usiłowali wyjaśnić wszystko w świecie za pomocą pojęcia przyczyny sprawczej. Poszukiwali też tylko bliższych przyczyn. Nie dociekali tego, kto na początku nadał ruch materii, czyli nie pytali o pierwszą przyczynę sprawczą.

Stoicy, przyjmując założenie, iż nie ma materii bez formy ani formy bez materii, lecz tylko rzeczy, ciała, które są ukonstytuowane przez materię i formę, głosili tym samym, że przyczynami są rzeczy, ciała, substancje. Czeżowski zauważa, że przyczyny w ujęciu myślicieli kosmologicznego okresu filozofii greckiej można nazwać materialnymi, przyczyny w ujęciu platońsko-arystotelesowskim – idealnymi lub formalnymi, a z kolei przyczyny w ujęciu stoickim można nazwać substancjalnymi. Skutkami przyczyn, według stoików, mogą być tylko ilościowe lub jakościowe zmiany innych ciał. Owe jednak zmiany – lub po prostu własności innych ciał – nie są ciałami. Własność innego ciała jest tym, co o nim można orzec. Tak więc, w ujęciu stoików, przyczyny są cielesne, a skutki jako własności ciał są niecielesne²². A. Krokiewicz te skutki nazywa niecielesnymi wartościami słownymi²³. Stosunek przyczynowy stoicy pojmowali jako stosunek sprawstwa, jako działanie między ciałami, polegające na wytwarzaniu skutku. Czeżowski nazywa to realistycznym traktowaniem związku przyczynowego. Historycy filozofii podkreślają i ten moment, że działanie stoicy pojmowali nie tylko mechanicznie jako nacisk lub uderzenie, lecz mówili również o działaniach ja-

²¹ Por. A. K r o k i e w i c z. *Recenzja: T. Czeżowski. Jak powstało zagadnienie przyczynowości. Wilno 1933.* „Przegląd Filozoficzny” 37:1934 s. 307 oraz C z e ż o w s k i, jw. s. 45.

²² Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 60.

²³ Por. K r o k i e w i c z. *Recenzja* s. 308.

kościowych. Czeżowski podkreśla z naciskiem, że u stoików występuje wyraźnie moment następstwa czasowego pomiędzy przyczyną a skutkiem. Według nich nic nie dzieje się bez poprzedzającej przyczyny. Moment następstwa czasowego nie wystąpił ani przy koncepcji przyczyny materialnej, ani przy idealnym traktowaniu przyczyn.

Ponieważ czynnikiem konstytutywnym każdego ciała jest czynna pneuma-forma, więc przyczyny sprawcze, w ujęciu stoików, są wszędzie tej samej natury. Pneuma jednak, w ich ujęciu, nie jest czymś, co działa ślepo i mechanicznie. Ona działa celowo. Celowość nie jest pojęta przez stoików jako działanie sił nadprzyrodzonych lub duchowych. Jest ona naturalną własnością pneumy. Pneuma, niekiedy zwana rozumem, była dla stoików siłą kosmiczną, a nie nadprzyrodzonym demonem. Ten rozum kosmiczny rządzi światem i tworzy prawo, któremu w świecie wszystko bezwzględnie podlega. Świat z kolei nie był traktowany jako zespół oddzielnych części, ale jako organiczne ciało, które jest żywe, rozumne, celowe, jednolite i podległe jednemu prawu. Przypisywali oni światu, a dokładnie rzecz ujmując – pneumie, boską naturę, to jest utrzymywali, że świat jest nieograniczony, wieczny i nieskończony²⁴. Obraz świata stoików był hилоzoistyczny, finalistyczny i panteistyczny.

W okresie hellenistycznym zagadnieniu przyczynowości wiele uwagi poświęcili również epikurejczycy. Oni, podobnie jak stoicy, sprowadzali wszelkie związki przyczynowe do działania jednych ciał na inne. Samo działanie ujmowali mechanistycznie. Epikura teoria przyrody była materialistyczna i nawiązywała do ujęć Demokryta. Oprócz substancjalistycznego pojmowania przyczyny i realistycznego ujęcia stosunku przyczynowego, co jest w jakiś sposób zawarte w systemie epikurejskim, można również powiedzieć, że podobnie do stoików ujmowali następstwo czasowe skutku po przyczynie²⁵. Trzeba jednak dodać, że Epikur był tym filozofem, który przeczył, jakoby danym przyczynom zawsze odpowiadały określone skutki. Mówi się o nim, iż obok hipotez atomizmu i mechanistycznych wizji świata wprowadził do swego systemu szereg hipotez indeterministycznych²⁶. Wprowadził też pojęcie zdarzenia przypadkowego jako nie posiadającego żadnej przyczyny.

Stoicyzm w wielu kwestiach różnił się zasadniczo od epikureizmu. Oba te systemy filozoficzne w sposób zbliżony, jak już podkreślono, pojmowały przyczynowość. Czeżowski zauważa, że substancjalistyczne ujęcie przyczyn i realistyczne ujęcie związku przyczynowego można uznać za cechy charakterystyczne dla całego okresu filozofii hellenistycznej. Podkreśla on również to,

²⁴ Por. T a t a r k i e w i c z, jw. t. 1 s. 173.

²⁵ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 61.

²⁶ Por. tamże s. 50.

że hellenistyczna koncepcja związku przyczynowego stanowi trzeci etap w rozwoju zagadnienia przyczynowości w filozofii starożytnej. Ta koncepcja jest ostatecznym osiągnięciem tej filozofii w odniesieniu do ujęcia związku przyczynowego.

Badacze zagadnienia przyczynowości zgodnie zauważają, że stanowisko substancjalistyczne i realistyczne odnośnie do zagadnienia przyczynowości zostało zaatakowane u schyłku filozofii starożytnej przez sceptyków. Substancjalizmowi i realizmowi hellenistycznemu przeciwstawili oni fenomenalizm przyczynowy. Sceptycy nie kwestionowali tylko sądów o zjawiskach, które to sądy dawały wiedzę o własnych stanach, o własnych przeżyciach. Przyczyny zjawisk, w przeciwieństwie do samych zjawisk, uważali za nieznaną dla człowieka. Sądy o przyczynach traktowano jako niepewne. Według Czeżowskiego Sekstus Empiryk uważał, że ciała nie mogą ani działać, ani doznawać działań. Terminy zaś „przyczyna”, „skutek” są, według starożytnego autora, terminami relacyjnymi. Za pomocą takich terminów wyrażamy naszą wiedzę o ujęciu rzeczy w naszych myślach, a nie wiedzę o poznanych rzeczach. Według Sekstusa nie ma więc rzeczywistości przyczyn i skutków, lecz jedynie w ludzkich myślach są one dołączone do przedstawień rzeczy²⁷. Nie można więc przyjmować żadnych twierdzeń dotyczących związku przyczynowego między rzeczami. Pojęcie związku przyczynowego jest wytworem działalności umysłu ludzkiego.

Stanowisko Sekstusa w kwestii przyczynowości było odosobnione na gruncie filozofii greckiej. Starożytni dobrze też rozróżniali pomiędzy następstwem równorzędnych elementów a związkiem przyczynowym. Krokiewicz zauważa, że już w starożytności zarzucano niekiedy stoikom, iż mieszają stosunek następstwa zdarzeń po sobie ze związkiem przyczynowym. Niezmiernie ważne jest to, że w ujęciu starożytnych przyczyna i skutek były bytami różnego rodzaju. Dla myślicieli greckich przyczyna sprawcza była zawsze czymś wartościowszym niż skutek²⁸. W skutku przyczyna jak gdyby się degenerowała, na co – zdaniem autorów – wskazują między innymi takie pary teoretycznie ważnych terminów, jak „atom” – „przedmiot zmysłowy”, „idea” – „substancja”, „działające ciało” – „niecielesna wartość słowna”. Ważne jest również to, że w starożytności zagadnienie przyczynowości było traktowane jako zagadnienie metafizyczne. Dopiero u sceptyków pojawiły się myśli, które rozwinięte w przyszłych wiekach spowodowały, że zagadnienie przyczynowości stało się zagadnieniem analizowanym na gruncie teorii poznania, gdzie dokonuje się między innymi analiz różnych rodzajów poznania.

²⁷ Por. tamże s. 64.

²⁸ Por. K r o k i e w i c z. *Recenzja* s. 310.

Wypada dodać, że pojęta na sposób starożytnych przyczynowość sprawcza uzyskała postać neoplatońskiej emanacji. Według Plotyna bowiem, jak zauważa Krokiewicz, łańcuch przyczyn ciągnie się od arcyboskiej jedności, poprzez idee umysłu i rozumne czynniki duszy, aż do zjawisk świata zmysłowego. Zdaniem niektórych historyków filozofii neoplatońskie, spirytualne pojęcie przyczyny pojawiło się po to, aby przewyciężyć zarzuty sceptyków, stawiane stoickiej materialnej koncepcji związku przyczynowego.

Można powiedzieć, że w filozofii greckiej okresu kosmologicznego oraz okresu przewagi filozofii o charakterze humanistycznym, jak również okresu filozoficznych systemów starożytnych i następującego po nim okresu starożytnych szkół filozoficznych poświęciło się wiele uwagi zagadnieniu przyczynowości i zagadnieniu poszczególnych przyczyn. Myśliciele starożytni, w związku z zagadnieniem przyczynowości, stawiali kolejno pytania o materię rzeczy (z czego?, jak?), o formę lub rację, a wreszcie o ciała działające²⁹. Arystoteles określił wiedzę naukową jako poznanie ogólne i pewne, dotyczące istot rzeczy i wyjaśniające je przez przyczyny. Stagiryta, jak już wyżej podkreślono, przyjmował cztery rodzaje przyczyn: dwie wewnętrzne i dwie zewnętrzne. Wśród tych ostatnich była przyczyna sprawcza. Koncepcja przyczyny sprawczej ulegała w ciągu wieków znacznym modyfikacjom, chociaż niekiedy werbalne sformułowania pozostawały bez zmian. Było to związane z odmiennym pojmowaniem samego bytu. Trzeba tu zwrócić uwagę na teorię jednego z klasyków metafizyki, jakim był Tomasz z Akwinu. O nim się mówi niekiedy, że skierował w XIII w. filozofię na nowe, realistyczne tory. Na gruncie jego filozofii pojawiło się pytanie, jak wytłumaczyć, że rzeczy są, chociaż nie muszą być i że są takimi, jakimi są. Można powiedzieć, że dostrzeżono wówczas ważność istniejącego konkretnego i namysłu nad jego uprzyczynowieniem. Tak ukierunkowane dociekania filozoficzne, wychodząc od stosunkowo ubogich danych empirycznych, ujawniają między innymi złożenie każdego bytu przygodnego z istoty i z istnienia. Teza o tych czynnikach konstytutywnych bytu jest całkowicie poza zasięgiem nośności teoretycznej twierdzeń współczesnego przyrodoznawstwa.

Według Arystotelesa i wszystkich filozofów greckich kosmos jako całość istniał zawsze, lecz podlegał najrozmaitszym zmianom. Przyczynowanie sprawcze zawsze dotyczyło uprzednio istniejących bytów. W systemie filozoficznym Tomasza z Akwinu definicja przyczynowania sprawczego nie ulega zmianie w stosunku do ujęć Arystotelesa. Nadal mówiono o przyczynie sprawczej jako pierwszym źródle realnego poruszenia. Rozumienie tego przyczynowania stało się jednak zupełnie inne. Sprawczość została związana z egzysten-

²⁹ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 65.

cialną stroną bytu. „Poruszeniem” stało się samo zaistnienie bytu, a nie tylko wytworzenie nowej formy w poprzednio istniejącej materii. Istnienie, a nie forma, zaczęło w tej koncepcji decydować o bycie. W porządku bytu jako istniejącego jedna jest tylko przyczyna sprawcza główna, a inne są narzędne. Jest nią Absolut, którego naczelnym sposobem sprawiania jest stwarzanie³⁰. W nurcie filozofii zapoczątkowanej przez Tomasza z Akwinu dostrzega się również i to, że przyczyny drugie mogą być w jakimś innym niż istnieniowy aspekcie przyczynami głównymi. One w tym aspekcie mogą posługiwać się przyczynami sprawczo-narzędnymi. M. A. Krąpiec zauważa, że wśród tak zwanych przyczyn drugich znajdujemy najrozmaitsze ich odmiany. Przyczyny drugie są takie, jakie są byty. Ważna jest różnica między działaniem sprawczym przyczyn ożywionych, zwłaszcza rozumnych, a działaniem koniecznym przyczyn nierozumnych i nieożywionych. W tym nurcie myślenia podkreśla się również to, że wśród wszystkich rozróżnień w porządku przyczynowania sprawczego najważniejsze jest odróżnienie przyczyny sprawczej od przyczyny sprawczo-narzędnej, która – jak mówi Krąpiec – działa na mocy „poruszenia” udzielonego jej przez przyczynę sprawczą główną.

Działanie każdego bytu samoistnego poza Absolutem odbywa się za pośrednictwem władz do działania. Jeżeli działanie sprawcze przyczyny poprzez władze dokonuje się w kontekście materialnym, to zachodzi to w czasie³¹. W świecie materialnym można mówić o pierwszeństwie ontycznym i czasowym przyczyny w stosunku do skutku.

Analizy dotyczące przyczyny bytu na gruncie filozofii klasycznej, nawiązującej do ujęć Tomasza z Akwinu, pozwalają więc stwierdzić, że przyczynowanie sprawcze można rozpatrywać z kilku punktów widzenia. Jeżeli czynimy to w aspekcie bytu jako istniejącego, a więc z punktu widzenia filozoficznej ogólnej teorii bytu, to musimy stwierdzić istnienie Bytu Pierwszego, którego istotą jest istnienie, oraz stwierdzić istnienie bytów ukonstytuowanych z istoty i istnienia. Te ostatnie są pochodne od Absolutu i można je nazwać światem stworzonym. Byty ukonstytuowane z istoty i istnienia też mogą dokonywać przyczynowania sprawczego – o czym już wspomniano – lecz zależnie od Absolutu. Każdy nowo wytworzony przez przyczyny drugie skutek jest w świetle ogólnej teorii bytu bytem niekoniecznym. Przyczyny drugie nie są racją istnienia skutku w aspekcie faktu bycia, ale racją skutku w aspekcie „okoliczności” takiego, a nie innego bytowania³². Można również mówić o filozoficznej, metafizycznej zasadzie przyczynowości sprawczej. Stwierdza

³⁰ Por. M. A. Krąpiec. *Metafizyka*. Poznań 1966 s. 473-474.

³¹ Por. tamże s. 475.

³² Por. tamże s. 484.

ona, że każdy byt, który nie posiada w sobie racji swego istnienia, posiada ją poza sobą. Można to też wyrazić w ten sposób, że każdy byt przygodny posiada przyczynę sprawczą³³.

Trzeba podkreślić, że arystotelesowska koncepcja czterech przyczyn, modyfikowana wprawdzie, nie była w zasadzie kwestionowana przez nikogo w okresie przekraczającym półtora tysiąca lat. Drobnym wyjątkiem byli starożytni – uprzednio już wspomniani – sceptycy. Ważką próbę podważenia zasady przyczynowości w jej tradycyjnej postaci podjął W. Ockham. On też był autorem nowych idei w teologii, w filozofii, w kosmologii i w fizyce. Ockham poddał zasadniczej krytyce fizykę Arystotelesa, w której podstawą była teoria ruchu³⁴. Znaleźli się kontynuatorzy Ockhama w zakresie ogólnych zagadnień filozoficznych i teologicznych. Byli też ockhamiści, którzy zajmowali się przyrodoznawstwem. Zwalczali oni naukę Arystotelesa, ale pozostawali w kręgu terminologii perypatetyckiej. Kluczowe terminy filozofii Arystotelesa, jak na przykład „materia”, „forma”, zostają stopniowo pozbawione ich filozoficznej, metafizycznej treści³⁵. Historycy filozofii zauważają, że Buridan zaczął mówić o sile zwanej impetem, za pomocą której tłumaczono trwanie przez się ruchu raz rozpoczętego. Buridan twierdził, iż siła ta jest proporcjonalna do szybkości, z jaką ciało zostało poruszone, oraz do ilości materii, jaką ciało zawiera. Teoria impetu zastosowana do ruchów kosmicznych pozwoliła wyeliminować wspomniane uprzednio ujęcie Arystotelesa, które zakładało, że gwiazdy są poruszane przez istoty boskie. Można było zacząć traktować ruchy niebieskie i ziemskie jako podlegające jednej i tej samej mechanice. Tatarakiewicz podkreśla, cytując historyków nauki, że skonstruowanie w XIV w. przez ockhamistów teorii impetu oddzieliło naukę starożytną od nowożytnej. Warto dodać, że idee ockhamistyczne, które wyszły z Oxfordu i Paryża, rozpowszechniane były w Wiedniu, Pradze i Krakowie. We Włoszech dotrwały one do czasów Galileusza.

Niekiedy utrzymuje się, że nowożytną odmianę nauki ukonstytuowała zmiana pojęcia doświadczenia³⁶. Zaczęto wówczas rozróżniać między przedmiotami świata bezpośrednio dostrzegalnymi i przedmiotami, z którymi mamy do czynienia jedynie poprzez ich reprezentacje instrumentalne, to jest poprzez wskazania przyrządów. W związku z tym rozróżnieniem mówi się niekiedy

³³ Por. A. B. S t ę p i e ń. *Wprowadzenie do metafizyki*. Kraków 1964 s. 77. Zob. również: K. K ł ó s a k. *Metafizyczna i fizyczna zasada przyczynowości wobec relacji niedokładności W. Heisenberga*. „Roczniki Filozoficzne” 1:1948 s. 198-213.

³⁴ Por. T a t a r k i e w i c z, jw. t. 1 s. 403-417.

³⁵ Por. S. S w i e ż a w s k i. *Kilka uwag o filozofii przyrody w XV-wiecznej Europie łacińskiej*. „Studia Philosophiae Christianae” 15:1979 s. 34.

³⁶ Por. S. A m s t e r d a m s k i. *Między historią a metodą*. Warszawa 1983 s. 69-71.

o przedmiotach widzialnych i przedmiotach obserwowalnych. Przedtem przedmioty obserwowalne nie stanowiły punktu wyjścia w nauce, nie istniały jako przedmioty doświadczenia.

Warto jeszcze w tym miejscu dodać, że nowożytni uczeni, nowożytni fizycy, przyjęli ograniczone pole dociekań. Wiązało się to z przyjętym przez nich postulatem, że tylko takie twierdzenia mogą być akceptowane, które zostały potwierdzone lub przynajmniej mogą być zweryfikowane przez eksperyment³⁷. Mają one dotyczyć niektórych własności ciał. Te twierdzenia muszą ponadto być wyrażone w języku matematyki. Wszystkie przyjęte ograniczenia sprawiły, że można było zająć się światem w niektórych jego sytuacjach idealnych. Galileusz, a zwłaszcza I. Newton, w związku z zapotrzebowaniami na inny typ wiedzy teoretycznej, stworzyli też zupełnie nowe pojęcia, jak na przykład „położenie”, „czas”, „prędkość”, „masa”, „siła”. Niekiedy, w związku z tymi pojęciami, mówi się o genialnej modyfikacji kategorii, które występowały w dotychczasowej filozofii przyrody. Faktem jest, że w dociekaniach naukowych zrezygnowano z tych wszystkich rysów rzeczywistości, które nie dają się uchwycić tymi pojęciami. W następnych stuleciach, w innych teoriach fizyki niż mechanika, wprowadzono kilka dalszych kluczowych pojęć, wiążących się z ilościowym aspektem rzeczywistości.

Z uwagi na ograniczenie pola dociekań nauki nowożytnej w stosunku do filozofii greckiej, z uwagi na zmianę pojęcia doświadczenia, z uwagi na inną nośność teoretyczną też fizyki nowożytnej i współczesnej w stosunku do też filozofii należy niewątpliwie inaczej rozumieć przyczynowość na gruncie nowożytnego przyrodoznawstwa i na gruncie filozofii greckiej lub też filozofii Tomasza z Akwinu. Fizyka ujmuje tylko ilościowo wymiarną stronę badanego przedmiotu. Fizyk nie stawia między innymi pytań dotyczących bytu jako istniejącego³⁸. Faktem jest też to, że już w końcu XV w. dyskutowano w Padwie, czy przyczynowości nie należy raczej rozumieć ilościowo, a nie jakościowo³⁹. Faktem jest również to, że dla uznanych powszechnie twórców nowożytnego przyrodoznawstwa, których główne rozprawy naukowe ukazały się w wieku XVII, kauzalność nie była problemem zapomnianym⁴⁰. Na przykład Galileusz (który zaniechał wnikania w prawdziwą naturę rzeczy i zadowalał się badaniem praw dotyczących zjawisk, a nie istot rzeczy) chciał badać prawa dotyczące przede wszystkim związku przyczynowego. Newton,

³⁷ Por. W. Heisenberg. *Physics and Philosophy*. New York 1958 s. 74.

³⁸ Por. Stępień, jw. s. 48.

³⁹ Por. Swieżawski, jw. s. 46.

⁴⁰ Por. W. A. Wallace. *Causality and Scientific Explanation*. Vol. 1-2. Michigan 1972 – vol. 1 s. 205-210.

podobnie jak Galileusz, dążył do tego, aby ustalić, które zjawiska są połączone z sobą związkami przyczynowymi. Ponieważ jednak twórcy nowożytnego przyrodoznawstwa przyjęli wspomniane wyżej ograniczone pole dociekań, z konieczności musieli usunąć z zakresu nauki przyczyny transcendentne, wywołujące zdarzenia dostępne doświadczeniu. Zaniechano też zajmowania się przyczynami wewnętrznymi i przyczyną celową⁴¹. Ważna stała się tylko przyczyna sprawcza. W ostatnich stuleciach czyniono różne próby zdefiniowania tego, czym jest ta właśnie przyczyna. Temu celowi służyły i służą między innymi poszukiwania ścisłego sformułowania tzw. zasady przyczynowości.

Tak więc nie ulega wątpliwości, że twórcy nowożytnego przyrodoznawstwa zaczerpnęli z filozofii pomysł poszukiwania związków przyczynowych. Skoro jednak przedmiotem nauki stały się zdarzenia, nie można było przyjąć ani arystotelesowskiej, ani pochodzącej od Tomasza z Akwinu koncepcji przyczyny. Zaniechano mówienia o jakościowo pojętych istotach rzeczy, o racjach istnienia skutku w aspekcie faktu bycia tego skutku. Zajęto się ilościową stroną zdarzeń-skutków. Zwrócono uwagę na zmiany własności fizycznych przysługujących badanym układom, wyodrębnionym faktycznie lub myślowo. Poznawcze ujęcie i językowe sformułowanie w tym aspekcie związku przyczyny i skutku musi być nieco odmienne niż sformułowanie zasady przyczynowości sprawczej w klasycznej filozofii bytu jako istniejącego. W tej ostatniej jest to teza konieczna, obiektywna, której nie można odrzucić bez popadnięcia w sprzeczność z wyjściowymi faktami⁴².

Na gruncie najnowszej literatury poświęconej filozofii nauki podkreśla się niekiedy również i ten moment, że nauka nowożytna zarzuciła nadzieję na odkrycie jednego prawa natury, zgodnie z którym miałyby zachodzić wszystkie zdarzenia w świecie⁴³. Zaczęto zajmować się prawidłowościami zachodzącymi w różnych wyodrębnionych fragmentach rzeczywistości. S. Amsterdamski zauważa, że celem nauki nie jest dowodzenie istnienia porządku naturalnego, lecz odkrywanie, na czym on w różnych fragmentach rzeczywistości polega. Założenie ontologiczne o istnieniu porządku naturalnego, który

⁴¹ Por. P. M i t t e l s t a e d t. *Philosophische Probleme der modern Physik*. Mannheim 1963 s. 91.

⁴² Należy podkreślić, że dla I. Newtona poznanie naukowe, jak również tezy jego filozofii są obiektywne, konieczne i pewne. Dopiero D. Hume zwrócił uwagę na hipotetyczny charakter twierdzeń o rzeczywistości, ujmujących ją w aspekcie treściowym. Ale do powszechnego przekonania teza o nieistnieniu jakichkolwiek poglądów w zakresie szczegółowych nauk realnych, ustalonych ostatecznie i bezwzględnie pewnych, trafiła dopiero po epokowych odkryciach zapoczątkowanych przez W. K. Roentgena i A. Einsteina.

⁴³ Por. S. A m s t e r d a m s k i. *Nauka a porządek świata*. Warszawa 1983 s. 49-54.

może mieć charakter przyczynowy, stanowi – zdaniem Amsterdamskiego – wstępne założenie wszelkiego współczesnego poznania naukowego. Podobne tezy można znaleźć w rozprawach naukowych innych współczesnych filozofów nauki⁴⁴. Nauka może tylko zmieniać zastane koncepcje porządku naturalnego, uwzględniając nowe fakty, nowe dane eksperymentalne, ale musi zakładać, że jakiś porządek istnieje. Warto też przywołać i ten moment – co podkreślają filozofowie nauki – że oprócz wspomnianego ontologicznego założenia uczony przyjmuje również założenie epistemologiczne o możliwości poznania tegoż porządku naturalnego.

Nie można nie przypomnieć w tym miejscu ukazanego już faktu, że w historii myśli ludzkiej byli przeciwnicy traktowania związku przyczynowego jako kategorii ontologicznej. Do nich należeli sceptycy. Już wyżej wspomniano również, że próbę podważenia zasady przyczynowości w jej tradycyjnym sformułowaniu podjął w XIV wieku Ockham. Mimo wszystko twórcy nowożytnej nauki poszukiwali przyczyn dla różnego typu zdarzeń obserwowalnych. Koncepcja przyczyny jako czegoś zewnętrznego względem badanego przedmiotu została jednak w czasach nowożytnych poddana krytyce przez D. Hume'a. Hume skrytykował zasadę przyczynowości jako zasadę związku koniecznego⁴⁵. Jego krytyka była wyciągnięciem wniosków z empirystycznej doktryny poprzedników⁴⁶. Teza J. Locke'a, że człowiek ma tyle wiedzy, ile doświadczenia, doprowadziła Hume'a do zaakceptowania poglądu, iż kategoria warunkowania przyczynowego jest kategorią tylko podmiotowopoznawczą. Związek przyczynowy nie może być poznany jako własność rzeczy, ponieważ nie jest to związek między rzeczami lub zdarzeniami, ale jest to zależność między przedstawieniami o nich⁴⁷. Według Hume'a empirycznie można stwierdzić tylko stałe następstwo lub współwystępowanie tego, co nazywamy „przyczyną”, i tego, co nazywamy „skutkiem”, nie zaś wywoływanie skutku przez przyczynę. Nie ma zaś sprzeczności w przypuszczeniu, że choć pewne zdarzenie miało jakiś skutek, to zdarzenie doń podobne będzie mieć skutek inny. W przenoszeniu doświadczeń na przyszłość odgrywają rolę nie doświadczenie, nie wnioskowanie, ale przyzwyczajenia. Stałe powtarzanie się niektórych związków nie zmienia nic w naturze tych związków, ale zmienia nasz

⁴⁴ Por. W a l l a c e, jw. vol. 2 s. 235.

⁴⁵ Por. D. H u m e. *Traktat o naturze ludzkiej*. Tłum. Cz. Znamierowski. T. 1. Warszawa 1963 s. 329.

⁴⁶ Por. A. W a w r z y n i a k. *Koncepcja stosunku przyczynowego według Dawida Hume'a*. „Roczniki Filozoficzne” 12:1964 z. 1 s. 43.

⁴⁷ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 9.

do nich stosunek. Wytwarza bowiem w umyśle skłonności do oczekiwania dalszych powtórzeń⁴⁸.

Poglądy Hume'a dotyczące przyczynowości podzielali pozytywiści w XIX wieku. Również B. Russell, generalnie rzecz ujmując, podpisywał się pod Hume'a wyjaśnieniem związku przyczynowego⁴⁹. Pod przemożnym wpływem Russella pozostawał lider Koła Wiedeńskiego M. Schlick. To samo można powiedzieć o innych logikach pozytywistach. F. Waismann pisał, że rok 1927 był tym rokiem, który zobaczył pogrzeb przyczynowości we współczesnej nauce⁵⁰.

Trzeba podkreślić, że oprócz autorów wiernych poglądom Hume'a byli też filozofowie, którzy nie akceptowali analizy związku przyczynowego angielskiego filozofa oświeceniowego. Na przykład już w XVIII wieku E. Kant dał nowe, swoiste rozwiązania zagadnień dyskutowanych przez angielskiego filozofa. Wedle niemieckiego myśliciela zasada przyczynowości nie jest wynikiem, ale założeniem doświadczenia. Dzięki niej doświadczenie jest możliwe. Kant zsubiektywizował czas, przestrzeń i przyczynowość. Potraktował je jako powszechne i konieczne formy umysłu. Na początku XX wieku Hume również oprócz zwolenników miał wielce wpływowych krytyków swojego ujęcia przyczynowości. Do nich zawsze należeli między innymi kantyści, neokantyści, tomści i zwolennicy innych filozofii scholastycznych. Wśród krytyków nie zabrakło też filozofów o orientacji lingwistycznej i analitycznej. W pierwszej połowie XX wieku w reakcji na różne szkoły, którym w pewien sposób patronował Hume, powstała filozofia H. Bergsona. Filozofia ta głosiła afirmację stawania się i związanej ze stawaniem się dynamicznej przyczynowości jako podstawy dla właściwego rozumienia świata fizycznego. Zdaniem filozofów nauki głównie A. N. Whitehead był tym autorem, który zdecydował, że kauzalna skuteczność została przywrócona jako czynnik pierwotny i wyjaśniający w nauce typu fizykalnego⁵¹. Ważne jest to, że poglądy Whiteheada, dotyczące związku przyczynowego, powstały w związku z jego analizami słabych stron epistemologii Hume'a. Na nieadekwatność wyjaśnień dotyczących przyczynowości, autorstwa Hume'a i logikalnych pozytywistów, zwracają uwagę współcześni filozofowie nauki, którzy *explicite* zajmują się problemami kauzalizmu i naukowego wyjaśniania. Do nich należą między innymi M. Bunge i R. Harré⁵².

⁴⁸ Por. T a t a r k i e w i c z, jw. t. 2 s. 157.

⁴⁹ Por. W a l l a c e, jw. vol. 2 s. 181.

⁵⁰ Por. tamże s. 163, 181.

⁵¹ Por. tamże s. 217-219.

⁵² Por. tamże s. 229.

Powyższe pobieżne uwagi o różnych koncepcjach przyczynowości wskazują, że terminy „przyczynowość”, „przyczyna” są terminami teoretycznymi różnych systemów i kierunków filozoficznych, zwłaszcza zaś terminami teoretycznymi filozofii klasycznej. Wyrażenia te pojawiają się w filozofii nauki i w językach nauk szczegółowych, ale we właściwym dla tych dyscyplin znaczeniu. Wyrażeniem, które często pojawia się w publikacjach z zakresu filozofii nauki, jest zwrot „zasada przyczynowości”. Mówi się niekiedy o fizykalnej zasadzie przyczynowości. Ta ostatnia ma być poznawczym wyrazem każdego przyczynowania sprawczego, ma charakteryzować możliwie najdokładniej każdy związek przyczynowy na gruncie koronnej dla wszystkich nauk przyrodniczych dyscypliny. Przyczyna, związek przyczynowy, który charakteryzują zasady przyczynowości różnie formułowane na gruncie współczesnej filozofii nauki, są rozumiane inaczej niż w filozofii starożytnej nawet ostatniego okresu. Według starożytnych ujęć (wykluczając sceptyków), według klasycznej filozofii średniowiecznej przyczyna i skutek nie były względem siebie jednorodne. Przyczyna, nawet sprawcza, była zawsze traktowana – o czym już wspomniano – jako coś doskonalszego od skutku. Nowożytnie ujęcie związku przyczynowego, jak zauważył Czeżowski, charakteryzuje się tym, że przyczynę i skutek traktuje się jako jednorodne elementy, jako byty tego samego rodzaju. Pytając o przyczynę tego, co się zdarzyło, nowożytny badacz ma na myśli inne poprzedzające zdarzenie. Dzięki tej jednorodności, która sprowadza przyczyny zdarzeń empirycznych w granice świata empirycznego, problem tłumaczenia przyczynowego stracił charakter spekulatywny⁵³. Stał się niejako problemem nauk szczegółowych i filozofii tych nauk⁵⁴.

Na gruncie fizyki można powiedzieć, że relacja przyczynowa, czyli związek między przyczyną a skutkiem, polega na tym, że przyczyna wywołuje, sprawia swój skutek. W takim właśnie sensie wyrażenie „związek przyczynowy” najczęściej występuje na gruncie nauk przyrodniczych. Typ oddziaływania jednych czynników, obiektów na inne może być różny. W mechanice mówi się o jednostronnym oddziaływaniu siłowym jednego obiektu na inny. W termodynamice jest mowa o przekazie ciepła przez jedno ciało drugiemu. Ogólnie można mówić w chwili obecnej o oddziaływaniach grawitacyjnych, elektromagnetycznych, jądrowych. Uznaje się, że najszybszym możliwym oddziaływaniem jest sygnał świetlny. Można powiedzieć, że treść tezy o

⁵³ Por. C z e ż o w s k i, jw. s. 66.

⁵⁴ Są współcześnie uczeni, którzy stojąc na stanowisku pluralizmu typów wiedzy teoretycznej, dopuszczają różne sposoby tłumaczenia przyczynowego, w tym tłumaczenie przyczynowe pokrewne tłumaczeniu filozofów starożytnych.

realnym charakterze oddziaływań ulega zmianom, ale teza ta stanowi nieodłączny składnik nauk przyrodniczych⁵⁵.

Każde z oddziaływań w świecie fizycznym, powodujące zmiany, polega na przekazie energii. Zmiana stanu ciała lub układu wydatkującego energię może być nazwana zjawiskiem, zdarzeniem⁵⁶. Należy odróżnić związek między ciałami zachodzący wtedy, gdy przepływa między nimi strumień energii (obustronny lub jednostronny), od związku przyczynowego. Ten ostatni w najbardziej elementarnych przypadkach polega na jednostronnym przekazie energii od ciała *A* do ciała *B*⁵⁷. Przyczyną jest dostarczenie energii przez ciało *A*, a skutkiem – jej uzyskanie przez ciało *B*. To jest właśnie wspólne dla wszystkich przyczyn i skutków typu fizycznego. Nie zawsze jest jednak tak, że w związku przyczynowym typu energetycznego badacz jest zainteresowany wyłącznie faktem przejścia pewnej porcji energii od jednego ciała do drugiego⁵⁸. W. Krajewski podkreśla, że gdy mówimy o zdarzeniu-skutku, to interesuje nas najczęściej nie tylko fakt uzyskania energii przez ciało *B* i nawet nie to, jaki rodzaj energii – wśród rodzajów energii wyróżnionych przez fizykę – ciało to uzyskało. Na przykład w przypadku uderzenia kuli bilardowej w drugą kulę, leżącą swobodnie, ta druga zostaje wprawiona w ruch. Przyczyną jest przekaz energii kinetycznej, która – jak podkreśla Krajewski – przechodzi do drugiej kuli. W przypadku gdy druga kula jest przymocowana, możemy powiedzieć, iż energia kinetyczna przemienia się w energię cieplną. Można jednak zwrócić uwagę, co zauważa Krajewski, na inne zmieniające się cechy przymocowanej kuli. Może ona bowiem ulec zniekształceniu, rozbiciu na dwie części lub na więcej kawałków. Wszystko są to skutki odmienne, za każdym razem następuje jednak przekształcanie energii mechanicznej w cieplną i może być tak, że przekazywana jest taka sama ilość energii.

W powyższym przykładzie zderzenia dwóch kul skutek zatem może być potraktowany na różne sposoby. Zdaniem Krajewskiego rozmaicie też można potraktować przyczynę. W omawianym przykładzie zamiast energii można

⁵⁵ Por. S. K i c z u k. *Związek przyczynowy w fizyce współczesnej a logika przyczynowości*. „Roczniki Filozoficzne” 25:1977 z. 3 s. 119-121.

⁵⁶ Por. B. G a w e c k i. *Zagadnienie przyczynowości w fizyce*. Warszawa 1969 s. 22-23; R. W ó j c i c k i. *Metodologia formalna nauk empirycznych*. Wrocław 1974 s. 28-29; P. S u p p e s. *A Probabilistic Theory of Causality*. Amsterdam 1970 s. 71. W tym artykule nie będzie wprowadzone rozróżnienie między znaczeniami terminów „zdarzenie” i „zjawisko”.

⁵⁷ Por. W. K r a j e w s k i. *Związek przyczynowy*. Warszawa 1967 s. 181. Można mówić o wzajemnym oddziaływaniu jako przyczynie zmian układu, w szczególności jego zróżnicowania, rozwoju, ale raczej w sferze zjawisk społecznych.

⁵⁸ Por. tamże s. 212-217.

zwrócić uwagę na taki parametr jak pęd. Przy takim podejściu przyczyną byłaby utrata pędu przez pierwszą kulę, a za skutek należałoby przyjąć uzyskanie pędu przez kulę drugą. Można ogólnie powiedzieć – co też zauważa Krajewski – że rozpatrując jako rozmiary przyczyny i skutku zmiany rozmaitych parametrów nośnika przyczyny i skutku, uzyskuje się dla tego samego związku przyczynowego różne postacie zależności matematycznej pomiędzy przyczyną a skutkiem.

Można zasadnie powiedzieć, że nauki przyrodnicze wykrywają dynamiczne zależności między zdarzeniami u podstaw różnych regularnych następstw w przyrodzie. W świecie jest przeto coś więcej niż tylko stałe następstwo zdarzeń. Mamy tu do czynienia z realnymi oddziaływaniami poszczególnych obiektów na siebie. W sformułowaniu, a głównie w rozumieniu zasady przyczynowości, którą przyrodnik przyjmuje przed przystąpieniem do badań naukowych, nie może być pominięty moment sprawstwa, moment dynamicznej zależności między zdarzeniami, moment przekazu energii⁵⁹. Schematycznemu sformułowaniu takiej zasady należy nadać sens uwzględniający rezultaty fizyki współczesnej w jej punkcie dojścia, a nie tylko jej wyjściową bazę eksperymentalną.

Wydaje się, że podstawą dociekań zmierzających do adekwatnego sformułowania zasady przyczynowości w fizyce mogą być odnośne analizy M. Bungego, a to ze względu na ich wszechstronność. Według niego prawa nauki oraz zasady naukowej ontologii (do niej należy zasada przyczynowości w jego ujęciu) powinny być wyrażane w postaci zdań warunkowych⁶⁰. Po długiej dyskusji amerykański autor dochodzi do następującego, akceptowanego przez siebie, sformułowania zasady przyczynowości:

(a) Zawsze (i tylko) jeżeli zachodzi *C*, zachodzi *E*, wywołane przez *C*.

To sformułowanie wyraża niezmienną korelację pomiędzy towarzyszącymi sobie zdarzeniami i mówi też o tym, że skutki są wywoływane przez przyczyny⁶¹. Sprawczość z kolei jest tym, co w zasadniczy sposób decyduje o asymetrii stosunku przyczynowego. W formule (a) *implicite* mówi się o nastę-

⁵⁹ Zasada przyczynowości fizycznej nazywana jest niekiedy zasadą filozoficzną, wartościowym drogowskazem badania naukowego, który podobnie jak inne zachowuje walor w pewnych ograniczonych zakresach. Jest ona hipotezą ogólną, ontologiczną, o dużej wartości heurystycznej, co sugeruje, że w pewnych dziedzinach ściśle odpowiada rzeczywistości. Zob. M. B u n g e. *O przyczynowości*. Tłum. S. Amsterdamski. Warszawa 1968 s. 197, 274, 406.

⁶⁰ Odnośnie do praw nauki jest to ujęcie powszechnie akceptowane przez metodologów nauk. Zob. na przykład: E. N a g e l. *Struktura nauki*. Warszawa 1961 s. 50.

⁶¹ Nie jest to jedyne znane w literaturze sformułowanie fizycznej zasady przyczynowości.

pujących cechach związku przyczynowego: o warunkowości, jednoznaczności, jednostronnej zależności skutku od przyczyny, stałości i sprawianiu skutku przez przyczynę. Amerykański autor uważa schemat określający relację przyczynowości jako stałe i jednoznaczne generowanie za adekwatne sformułowanie zasady przyczynowości. Nie twierdzi jednak, że w ten sposób związek przyczynowy jest ujęty w całym swym bogactwie.

Wypowiedzi Bungego w niektórych punktach nie są wystarczająco precyzyjne. Nie są na przykład zbyt jasne jego wypowiedzi dotyczące związku między tym, co nazywamy przyczyną, a zespołem warunków realnych, które tworzą warunek dostateczny – lub zarazem dostateczny i niezbędny – wystąpienia skutku. Związek przyczynowy nie jest relacją warunku wystarczającego. Przyczyna będąca zdarzeniem, czynnikiem działającym, sprawczym wywołuje skutek, a warunki go tylko umożliwiają. Do takich warunków należy, zdaniem Krajewskiego, dostateczna izolacja układu, zapobiegająca wtargnięciu oddziaływań postronnych, które by skutek uniemożliwiały. Można powiedzieć, że przyczyna jest składnikiem warunku wystarczającego.

Jest rzeczą zastanawiającą, że Bunge nie uwzględnił wyprzedzania czasowego skutku przez przyczynę. O tym, jak wyżej wspomniano, mówili już stoicy. Wydaje się, że Bunge w tym punkcie niejako sprzeniewierzył się swemu postulatowi metodologicznemu: szukania takiego sformułowania zasady przyczynowości, które czerpałoby intuicje z teorii fizykalnych. Fizyka współczesna bada różne własności czasu, a także własności relacji czasowych⁶². Teorią wiodącą w koronnej dla nauk przyrodniczych dyscyplinie jest obecnie teoria względności⁶³. Usiłowania sformułowania i rozumienia fizykalnej zasady przyczynowości nie mogą nie uwzględnić intuicji pochodzących z teorii A. Einsteina. Trzeba przyjąć, że w związku przyczynowym od zdarzenia-przyczyny, które poprzedza dowolnym odstępem czasowym zdarzenie-skutek, płynie strumień energii do nośnika skutku. Ten strumień energii może być przenoszony przez ogniwa pośrednie.

Wyrażeniem używanym w fizyce, o czym wspomniano, jest termin „oddziaływanie”. Przez to oddziaływanie można rozumieć przekaz energii w czasie i w przestrzeni. W mechanice klasycznej zakładało się *implicite*, iż istnieją oddziaływania rozchodzące się z prędkością nieskończoną. Teorie pola elektromagnetycznego nieco zmodyfikowały ten pogląd. Szczególna teoria względności przyjmuje tezę o istnieniu maksymalnej prędkości rozchodzenia się oddziaływań w przyrodzie. Na gruncie fizyki relatywistycznej zakłada się,

⁶² Zagadnienie fizykalnej teorii czasu podejmuje Z. Augustynek (*Natura czasu*. Warszawa 1975 s. 14).

⁶³ Chodzi o obie teorie względności A. Einsteina.

że związek przyczynowy jest identyczny lub co najmniej równozakresowy z relacją oddziaływania⁶⁴. Skoro istnieje graniczna prędkość przekazu energii, istnieje też graniczna prędkość rozchodzenia się powiązania przyczynowego. Utożsamienie relacji kauzalnej z oddziaływaniem fizycznym pozwala łatwiej dostrzec niektóre dalsze cechy związku przyczynowego. Będą one identyczne z właściwościami formalnymi oddziaływań, z którymi mamy do czynienia w świecie fizyki. Każde takie oddziaływanie jest przeciwzwrotne, przechodnie⁶⁵ i asymetryczne.

Fizyka relatywistyczna, a zwłaszcza szczególna teoria względności, bada również właściwości relacji czasowych w związku z badaniem relacji oddziaływania elektromagnetycznego, rozchodzącego się z prędkością światła, oraz relacji oddziaływania w ogóle. W szczególnej teorii względności znane jest twierdzenie, że jeżeli jedno zdarzenie oddziałuje elektromagnetycznie na drugie, to pierwsze jest absolutnie wcześniejsze od drugiego⁶⁶. To twierdzenie może być uogólnione przez wzięcie pod uwagę wszelkich oddziaływań. Zdarzenia równoczesne nie mogą bowiem oddziaływać na siebie. Ponieważ związki kauzalne utożsamia się z oddziaływaniem, więc tylko wtedy dwa zdarzenia są powiązane kauzalnie, gdy jedno z nich jest absolutnie wcześniejsze od drugiego.

Tak więc jeżeli między dwoma zdarzeniami zachodzi stosunek przyczynowy, to – z punktu widzenia teorii względności – następstwo czasowe tych dwóch zdarzeń, obserwowanych w różnych układach odniesienia, będzie jednakowe. Stosunek czasowy dwóch takich zdarzeń jest więc bezwzględny. Jeżeli między dwoma zdarzeniami nie zachodzi relacja kauzalna, to nie może zaistnieć taka sytuacja, że to, co w stosunku do pewnego punktu obserwacyj-

⁶⁴ Por. A u g u s t y n e k, jw. s. 173.

⁶⁵ Przechodniości związku przyczynowego nie mogą uznać autorzy opowiadający się za koncepcją „styku czasowego” przyczyny i skutku. Jeżeli bowiem zdarzenie A trwające od chwili t_1 do t_2 jest przyczyną zdarzenia A_2 trwającego od chwili t_2 do t_3 , to ostatnie zaś przyczyną zdarzenia A_3 trwającego od t_3 do t_4 , to A_1 nie może być przyczyną A_3 , gdyż one nie stykają się w czasie. Z kolei pary zdarzeń rozpatrywane przez teorię względności są zawsze rozdzielone w czasie i w przestrzeni. To jest obowiązujący punkt widzenia w fizyce współczesnej. Łatwo zauważyć, że autorzy dzielący teorię styku czasowego przyczyny i skutku traktują przyczynę jako warunek wystarczający skutku (Gawecki mówi o warunku koniecznym i wystarczającym). Wydaje się, że nie zachodzi potrzeba utożsamiania przyczyny z warunkiem dostatecznym skutku, o czym już wspomniano. Przyczyną może być zdarzenie, które poprzedza inne zdarzenie będące skutkiem, jeżeli strumień energii płynie od pierwszego do drugiego, chociażby poprzez szereg ogniów pośrednich. Ogniwo pośredniczącymi mogą być zwykłe ciała bądź też pola fizyczne. Przyczyna jednak wywołuje skutek w określonych warunkach. Jednym z nich jest izolacja układu, która uniemożliwia wtargnięcie oddziaływań zaburzających. Te ostatnie mogłyby uniemożliwić zajście skutku.

⁶⁶ Por. R. K u t z. *Wstęp do szczególnej teorii względności*. Warszawa 1964 s. 34-36.

nego przebiega wcześniej, w stosunku do innego może zajść później. G. H. von Wright, jak się wydaje, nie odróżnia (na gruncie teorii względności) własności relacji czasowych zachodzących między zdarzeniami, które są przyczynowo powiązane, od cech tych relacji zachodzących między zdarzeniami nie pozostającymi do siebie w stosunku przyczynowym. Świadczy o tym jego teza o rozgałęzionym charakterze czasu w fizyce relatywistycznej i wypowiedzi z nią związane⁶⁷.

Należy stwierdzić, że moment wcześniejszości przyczyny w stosunku do skutku nie może być pominięty w sformułowaniu lub rozumieniu zasady przyczynowości w fizyce.

Mówi się często na gruncie różnych typów filozofii, że więź przyczynowa ma charakter konieczny. Rodzi się pytanie, czy związek przyczynowy, określony przez fizykalną zasadę przyczynowości, jest związkiem koniecznym. Już wyżej zostało podkreślone, że zasada przyczynowości, którą fizyk milcząco przyjmuje przed podjęciem badań, jest czym innym niż zasada przyczynowości w metafizyce, w której to dyscyplinie mówi się między innymi, że byt badany jako istniejący może być konieczny na przykład w porządku istoty⁶⁸. Odpowiedź na pytanie, na czym polega konieczność związku przyczynowego w fizyce, nie jest zadaniem łatwym. Według Bungego na konieczność relacji przyczynowej składa się jej stałość i jednoznaczność. Krajewski utożsamia związek przyczynowy ze stałym, bezwyjątkowym następstwem zdarzeń. Wydaje się, że konieczność związku przyczynowego w fizyce jest tak rozumiana przez większość autorów, iż rozumienie to wyklucza taką ewentualność, że istnienie przyczyny i odpowiednich warunków może kiedykolwiek i gdziekolwiek pociągnąć za sobą nieistnienie skutku. Nie może też być tak, że wystąpienie przyczyny i warunków pociąga za sobą kiedykolwiek i gdziekolwiek wystąpienie skutku tylko w pewnym procencie przypadków. Należy więc powiedzieć, że w każdej dziedzinie fizyki jeżeli zachodzi przyczyna *C*, to niezmiennie, zawsze, zachodzi skutek *E*. Postuluje się więc zasadniczą powtarzalność związków przyczynowych, o których mówi fizyk jako fizyk.

Wydaje się, że nic nie stoi na przeszkodzie, aby zgodnie z większością autorów przypisać cechę konieczności związkom przyczynowym w fizyce. Trzeba przyjąć, że konieczność związku przyczynowego w fizyce jest w jakiś sposób założona, tak jak założone są zasady mówiące, iż elementy w przyro-

⁶⁷ Por. G. H. von Wright. „Always”. „Theoria” 34:1968 nr 3 s. 211.

⁶⁸ Por. S. Kamiński. *O prawdach koniecznych*. „Studia Philosophiae Christianae” 4:1968 nr 1 s. 47-63.

dzie oraz ich układy są powtarzalne⁶⁹. Zasad tych, jak i innych, wspomnianych już w tym artykule założeń ontologicznych, nie można uzasadnić na gruncie nauk przyrodniczych. Perspektywa epistemologiczna fizyki zezwala tylko na sprecyzowanie tych założeń. Ich przyjęcie w badaniach przyrodniczych nie jest sprawą dowolnego wyboru. Są to bowiem założenia, które umożliwiają podjęcie badań naukowych⁷⁰. Jeżeli bowiem nauka jest taka, jaka jest, to zasady te muszą być akceptowane. Powyższe założenia są ramami, w których mieści się zasada przyczynowości, będąca z kolei językowym wyrazem ogólnie ujętego związku przyczynowego, któremu można przypisać cechę konieczności, rozumianą jako zawsze (bezwyjątkowo) powtarzające się wywoływanie skutku przez przyczynę w określonych warunkach. Trzeba zauważyć, że pojęcie konieczności na gruncie fizyki jest ogólniejsze niż pojęcie związku przyczynowego. Można bowiem mówić również o konieczności nieprzyczynowych praw fizyki.

Z uwagi na powyższe ustalenia można powiedzieć, że cecha konieczności związku przyczynowego w fizyce jest określona za pomocą zwrotu czasowego. Nie budzi to zresztą zastrzeżeń, gdyż dla fizyka wszystko odbywa się w czasie. Zmienne reprezentujące czas są dla fizyka zawsze zmiennymi niezależnymi. Różne wielkości fizyczne, w języku matematycznym fizyki, w większości przypadków są funkcjami czasu, który jest arytmetyzowany i różnie mierzony. Na gruncie fizyki bardziej zrozumiałe są funktory: „wcześniej”, „później”, „i potem”, „i następnie” niż funktory modalne.

Wypada również zwrócić uwagę na rozwijaną tu i ówdzie prawdopodobieństwową teorię przyczynowości. Studium publikacji tego rodzaju ukazuje, że analizuje się tam przeważnie związki przyczynowe wzięte z życia codziennego, o których jest mowa w różnych zwrotach języka potocznego, jak

⁶⁹ Por. J. M e t a l l m a n n. *Determinizm nauk przyrodniczych*. Kraków 1934 s. 387-395.

⁷⁰ W najnowszej literaturze mówi się również o zasadzie jednorodności czasu, która głosi równoważność wszelkich momentów czasowych ze względu na prawa fizyki. Toczy się dyskusja, czy zasada jednorodności czasu obowiązuje na poziomie mikrokosmosu, makrokosmosu i megakosmosu. Nie poddaje się w wątpliwość jej obowiązywalności na poziomie mikrokosmosu i makrokosmosu. Tych obszarów dotyczy fizyka, która bada różne układy. Nauką o wszechświecie jako całości jest kosmologia przyrodnicza. Zob. M. H e l l e r, J. Ż y c i ń s k i. *Wszechświat i filozofia*. Kraków 1980 s. 200-201.

Mówi się niekiedy, że postulat o niezmienniczości doświadczeń, o niezmienniczości oddziaływań ze względu na przesunięcia w czasie, jak każdy postulat w fizyce, jest tego typu, że nie prowadzi do niezgodności z całym doświadczeniem i obserwacją astronomiczną. Zob. S. S z p i k o w s k i. *Czas w mechanice kwantowej*. „Roczniki Filozoficzne” 25:1977 z. 3 s. 21.

na przykład w wyrażeniu zdaniowym: „Dziecko boi się grzmotu”⁷¹. Analizuje się również różne decyzyjne sytuacje człowieka. Pojęciu przyczynowości używanemu przy analizie zdarzeń związanych z zachowaniem się człowieka faktycznie trudno jest przypisać cechę konieczności, jak również inne cechy relacji kauzalnej rozpatrywanej na gruncie fizyki.

Rodzi się jeszcze pewien problem w związku z tym, że podstawowym językiem fizyki jest język matematyki. Chodzi mianowicie o to, czy istnieje specjalny aparat matematyczny do ujmowania relacji przyczynowej. Niektórzy autorzy zdają się sugerować, że takim aparatem są równania różniczkowe osobliwego typu⁷². Bunge jest zdania, że przyczynowa interpretacja formuły matematycznej musi być czymś zewnętrznym względem tej formuły, czymś do niej dołączonym. Według amerykańskiego autora ten sam wzór matematyczny może być wykorzystany do opisu procesów przyczynowych i nieprzyczynowych. Z. Zawirski zwrócił uwagę, że zależność funkcjonalna dotyczy stosunków ilościowych, przyczyna zaś w pierwszym rzędzie odnosi się do relacji jakościowych. Istnieje, według polskiego filozofa nauki, możliwość stosowania pojęcia funkcji w odniesieniu do związku przyczynowego, ale matematyczne pojęcie nie wyczerpuje jednak istoty relacji kauzalnej.

Filozofowie nauki wiele uwagi poświęcili zagadnieniu, czy wśród praw fizyki są prawa przyczynowe. Analizowano też wszechstronnie samo pojęcie prawa fizyki. Jak się wydaje, pojawiające się trudności w związku z tego typu analizami wynikały głównie stąd, iż w literaturze filozoficzno-logicznej zbyt mało uwagi poświęciło się problemowi języka w naukach przyrodniczych. W tym artykule już zauważono, że nowożytni fizycy wymagali, aby prawa fizyki stwierdzające określone zależności były wyrażane w sztucznym języku matematyki. Przyjęte równania teorii fizykalnych podają matematyczny obraz różnego typu zdarzeń⁷³. W. Heisenberg uważał, że schematy matematyczne mogą odtworzyć przyrodę, ale mają być one porównywane z przyrodą, mają być kontrolowane przez przyrodę. Trzeba – podkreślał niemiecki fizyk – przejść w którymś miejscu od języka matematycznego do języka potocznego, jeżeli chcemy coś powiedzieć o przyrodzie. Fizyk ma również obowiązek wyjaśnienia tego, co właściwie dzieje się pomiędzy eksperymentem i matematyką. Na przykład fizyk mówi bardzo precyzyjnie o zjawiskach atomowych, gdy posługuje się językiem matematyki. Nie wytwarza on jednak przez to obrazu zjawisk atomowych. Jest obowiązkiem fizyków współczesnych wytworzyć

⁷¹ Por. S u p p e s, jw. s. 7-11.

⁷² Por. G a w e c k i, jw. s. 93, 94.

⁷³ Por. S. K i c z u k. *Język fizyki współczesnej i problem logiki mechaniki kwantowej w ujęciu Wernera Heisenberga*. „Roczniki Filozoficzne” 36:1988 z. 1 s. 61-65.

rzenie języka wyobrażeniowego, dostosowanego do języka matematycznego teorii kwantów. Ten język wyobrażeniowy ma być rozwijany zgodnie z podstawowymi ustaleniami ontologicznymi dotyczącymi fizyki współczesnej⁷⁴. Faktem jest jednak to, że fizyka nowożytna posługuje się dwoma językami. Jednym z nich jest język matematyczny, który zwięźle opisuje rzeczywiste stosunki zachodzące w przyrodzie, pozwala obliczyć wartości wielkości fizycznych, gdy dane są ilościowe informacje o innych wielkościach. Fizykowi potrzebny jest również język zbliżony do potocznego, za pomocą którego można mówić o eksperymentach i przekazywać zmysłowo uchwytnie obrazy natury. Fizycy współcześni mówiąc o prawach mają przeważnie na myśli związki ilościowe. Prawa fizyki mogą być jednak formułowane w języku zbliżonym do potocznego. Tak ujęte prawa niektórzy autorzy nazywają prawami jakościowymi. Krajewski podaje następujące przykłady tego typu praw: iskra przepuszczona przez mieszaninę tlenu i wodoru powoduje wybuch; kamień rzucony do wody wytwarza rozszerzające się współśrodkowe fale. Pierwsze z tych praw jest nazwane prawem przyczynowym typu realizatora, a drugie jest nazwane prawem przyczynowym typu energetycznego⁷⁵. Warto dodać, że każde z tych praw może być wyrażone w postaci okresu warunkowego. Znane też są prawa jakościowe fizyki nie będące prawami przyczynowymi⁷⁶.

Tytułem podsumowania uwag wypowiedzianych w ostatnim akapicie oraz niektórych uwag wypowiedzianych w poprzednich akapitach można powiedzieć, że prawa przyczynowe mają charakter jakościowy i są wyrażane w języku wyobrażeniowym⁷⁷. Nie ma osobliwego języka matematycznego do adekwatnego wyrażania praw przyczynowych. To samo prawo przyczynowe może być charakteryzowane przez różne parametry, przez różne prawa wyrażane w języku matematyki, które będą ukazywały rozmaite zależności ilościowe. Trzeba też dodać, że najbardziej fundamentalnym typem związku przyczynowego jest ukazany wyżej typ energetyczny⁷⁸. W trakcie analizy fizycznej zasady przyczynowości zostały wyliczone cechy właśnie każdej, najbardziej podstawowej zależności przyczynowej typu energetycznego.

Wyrażeniem występującym w każdej prawie publikacji z zakresu filozofii nauki jest zwrot „zasada determinizmu”. W sprawie wzajemnego stosunku

⁷⁴ Por. tamże s. 71-72.

⁷⁵ Por. K r a j e w s k i, jw. s. 229-230.

⁷⁶ Por. W a l l a c e, jw. vol. 2 s. 229.

⁷⁷ Por. K r a j e w s k i, jw. s. 231.

⁷⁸ Niekiedy mówi się o innych, mniej fundamentalnych typach związku przyczynowego. Zob. tamże s. 132-161.

zasady przyczynowości i zasady determinizmu wypowiediano różne opinie⁷⁹. W tym artykule opowiadamy się za tezą wygłoszoną po raz pierwszy przez J. Metallmanna, że determinizm przyczynowy nie utożsamia się z determinizmem w ogóle⁸⁰. Teza ta była następstwem wykazania niesprowadzalności do siebie trzech typów praw: przyczynowych, statystycznych, koegzystencjalnych. Przyjęcie przytoczonej tezy Metallmanna warunkuje zajęcie takiego stanowiska, że zasada przyczynowości jest szczególnym przypadkiem zasady determinizmu. Ta ostatnia głosi, że wszystko jest przez coś w prawidłowy sposób zdeterminowane, przy czym tym, co determinuje, mogą być zarówno warunki zewnętrzne, jak wewnętrzne tego, co jest zdeterminowane⁸¹. Z kolei sformułowanie fizycznej zasady przyczynowości, o czym już wspomniano, ma charakteryzować każdy związek przyczynowy na gruncie koronnej dla całego przyrodoznawstwa dyscypliny.

Podsumowując dotychczasowe uwagi dotyczące rozumienia przyczyny, skutku i związku przyczynowego na gruncie filozofii – głównie greckiej – i na gruncie nauk przyrodniczych, należy stwierdzić, że pojęcia przyczyny i skutku na gruncie fizyki współczesnej są traktowane jako kategorie ontologiczne. Filozofowie nauki podkreślają, że w tym kontekście można mówić o czterech takich kategoriach: rzecz, cecha, stan, zdarzenie⁸². Na gruncie fizyki zarówno przyczynę, jak i skutek należy traktować jako konkretne, indywidualne, niepowtarzalne, zlokalizowane w czasie i w przestrzeni zdarzenia. Z kolei związek przyczynowy może zachodzić między odpowiednimi dwoma zdarzeniami rozdzielonymi w czasie. Mogą też one być rozdzielone w przestrzeni, ale wtedy musi istnieć ciągły pod względem czasowo-przestrzennym proces przekazywania energii od zdarzenia-przyczyny do zdarzenia-skutku. Nie można jednak powiedzieć – ściśle rzecz ujmując – że relacja przyczynowa zachodzi między klasami zdarzeń takiego samego rodzaju. Klasy zdarzeń dotyczą prawa przyczynowe. Ogólnie można powiedzieć, że takie prawa głoszą, iż każde zdarzenie określonej klasy X wywołuje w określonych warunkach zdarzenie klasy Y ⁸³. Tak więc w prawie przyczynowym jest

⁷⁹ Por. S. M a z i e r s k i. *Elementy kosmologii filozoficznej i przyrodniczej*. Poznań 1972 s. 278-281.

⁸⁰ Por. M e t a l l m a n n, jw. s. 262-263; B u n g e, jw. s. 425. Odmiennego zdania jest B. Gawecki (jw. s. 32).

⁸¹ Por. B u n g e, jw. s. 40. W odniesieniu do fizyki można tę zasadę wypowiedzieć precyzyjniej, a mianowicie tak: jeżeli znany jest stan układu fizycznego izolowanego w teraźniejszości i prawa nim rządzące, to dadzą się wyznaczyć jednoznacznie stany tego układu w przeszłości i w przyszłości.

⁸² Por. K r a j e w s k i, jw. s. 9. Przez zdarzenie rozumie się w tym artykule zmianę jakiegś cechy lub cech obiektu bądź też układu.

⁸³ Por. tamże s. 229.

mowa o klasie przyczyn, klasie skutków i klasie warunków. Związki przyczynowe są jednostkowymi przypadkami prawa przyczynowego. Analizy dotyczące związków przyczynowych mają jednak walor ogólności z racji zasadniczej powtarzalności tych związków. Powtarzają się wprawdzie nie dokładnie takie same zdarzenia, ale powtarzające się zdarzenia mają cechy pożądane wspólne⁸⁴.

II

Zagadnienie przyczynowości jest zagadnieniem ontologicznym. Nie jest to problem logiczny. Dotyczy bowiem dosyć szczegółowych cech rzeczywistości. Nie daje się rozstrzygnąć *a priori*, środkami samej logiki. Można go tylko za pomocą logiki analizować. Nie można jednak tego problemu do logiki sprowadzić. Kwestie logiczne dotyczą w zasadzie logicznej struktury zdań, za pomocą których wyrażamy sądy przyczynowe. Bunge w roku 1959 pisał, że dotychczas nie udało się przedstawić żadnego zadawalającego odpowiednika więzi przyczynowej. Amsterdamski w roku 1983 ogólniej rzecz ujmując zauważył, że „nie mamy żadnych podstaw po temu, by zakładać bezpośrednią odpowiedniość między stosunkami ontologicznymi a logiczną strukturą twierdzeń, za których pośrednictwem usiłujemy zdawać sprawę z tych stosunków. I rzeczywiście, z niektórych zakładanych stosunków ontologicznych trudno zdać sprawę w kategoriach logiki, nie używając przy tym takich terminów jak konieczność czy możliwość”⁸⁵. Już w pierwszej części artykułu wspomniano, że prawa nauki – w tym prawa przyczynowe – oraz zasada przyczynowości najlepiej są wyrażane w języku zbliżonym do potocznego w postaci zdań warunkowych. Przyczynowe prawa fizyki, wyrażane w postaci zdań warunkowych języka wyobrazeniowego, mogą też wystąpić jako przesłanki lub konkluzje w niektórych wnioskowaniach. Rodzi się pytanie, czy można wyrazić tego typu prawa i wnioskowania w języku formalnym klasycznego rachunku zdań. Chodzi po prostu o to, czy implikacja występująca w przyczynowych prawach fizyki – wyrażonych w języku wyobrazeniowym – jest faktycznie implikacją materialną.

Na powyższe pytanie w literaturze została udzielona odpowiedź negatywna⁸⁶. Rodzi się nowy problem: skonstruowania systemu logicznego, który

⁸⁴ Por. tamże s. 254-255.

⁸⁵ Por. A m s t e r d a m s k i. *Nauka a porządek świata* s. 53.

⁸⁶ Por. A. W. B u r k s. *The Logic of Causal Propositions*. „Mind” 60:1951 s. 363-382; L. B o r k o w s k i. *Logika formalna*. Warszawa 1977 s. 72, 267.

zawierałby implikację adekwatną do przedstawienia przyczynowości w fizyce. Podejmowane były próby skonstruowania systemów logicznych implikacji kauzalnej. Najczęściej chodziło o formalną charakterystykę takiego funktora implikacji, który mógłby być użyty do formalizowania praw przyczynowych występujących na gruncie różnych nauk i do formalizowania zwrotów przyczynowych pojawiających się na gruncie języka potocznego. Najbardziej wykończony system formalny logiki zdań kauzalnych skonstruował A. W. Burks⁸⁷. W logice zdań kauzalnych Burksa istotną rolę odgrywają funktory modalne.

Faktem jest, że każdemu związkowi przyczynowemu przyjmowanemu na gruncie fizyki przypisuje się – o czym już wspomniano w pierwszej części artykułu – cechę konieczności. W ścisłym języku logiki różnie ta cecha była wyrażana⁸⁸. Burks również w pewien sposób podjął to zagadnienie. Amerykański autor mówi jednak nie tyle o tym, że związek przyczynowy jest konieczny, ale charakteryzuje zdania logicznie konieczne i kauzalnie konieczne. Wyrażenia zdaniowe zawierające funktor logicznej konieczności były wstępnie charakteryzowane jako te, które podlegają weryfikacji lub falsyfikacji bez odwoływania się do doświadczenia. Dokładniejsza charakterystyka pojęć modalnych była dokonana za pomocą pojęcia logicznie możliwego świata. To ostatnie pojęcie jest pojęciem semantyki formalnej, związanej z systemami logiki modalnej. Współczesne systemy logiki modalnej powstawały najpierw jako systemy syntaktycznie ujęte na podstawie bliżej nie sprecyzowanych intuicji⁸⁹. Semantyka była dostosowywana, jako twór wysoce sztuczny, do odpowiednich ujęć syntaktycznych. Ważną rolę odgrywa tu pojęcie logicznie możliwych światów. Wydaje się jednak, że systemy formalne, w których występują funktory modalne, trzeba tak konstruować, aby ujęcia syntaktyczne były oparte na gruntownych analizach przeprowadzonych na gruncie filozofii nauki, a nie na zmiennych intuicjach. Nie może być tak, że od sztucznie utworzonych konstrukcji przechodzi się do tworzenia języka formalnego, za pomocą którego chce się modelować prawa kauzalne nauk szczegółowych. Aksjomaty systemu logiki zdań kauzalnych muszą być ukazane jako praw-

⁸⁷ Por. A. W. B u r k s. *Chance, Cause, Reason*. Chicago–London 1977. Omówienie tego systemu jest zawarte w artykule S. Kiczuka pt. *Artura W. Burksa koncepcja logiki zdań kauzalnych* („Roczniki Filozoficzne” 37-38:1989-1990 z. 1 s. 311-324).

⁸⁸ Por. J. S ł u p e c k i. *Próba intuicyjnej interpretacji logiki trójwartościowej Łukasiewicza*. W: *Rozprawy logiczne*. Wyd. T. Kotarbiński. Warszawa 1964 s. 187; L. B o r k o w - s k i. *W sprawie intuicyjnej interpretacji logiki trójwartościowej Łukasiewicza*. „Roczniki Filozoficzne” 25:1977 z. 1 s. 62.

⁸⁹ Por. G. E. H u g h e s, M. J. C r e s s w e l l. *An Introduction to Modal Logic*. London 1974 s. 25-30.

dziwe w modelu określonego związku przyczynowego. Jak już wyżej zauważono, na gruncie różnych nauk cechy tegoż związku mogą być inne lub inaczej rozumiane. Burks miał dobrą intuicję, że ze związkiem przyczynowym należy wiązać cechę konieczności. Tylko nie musi być tak, że ta konieczność jest wyrażana za pomocą niejasno określonej przez Burksa konieczności logicznej lub jeszcze mniej jasno ujętego funktora konieczności kauzalnej.

Trzeba odnotować i ten moment, iż Burks zauważa również to, że istnieje czasowy aspekt związku przyczynowego⁹⁰. Uważa on jednak, że następstwo czasowe skutku po przyczynie może być wyrażone tylko przez użycie zmiennych przebiegających nad czasem. To prowadzi z kolei, jego zdaniem, do formuł niezwykle złożonych. Wydaje się jednak, że następstwo czasowe można obecnie wyrazić w sposób prosty za pomocą funktorów niektórych systemów logiki zdań czasowych.

Dotychczas wypowiedziane uwagi upoważniają do wniosku, że można skonstruować system logiki zdań kauzalnych adekwatny dla fizyki współczesnej, w którym cechę konieczności związku przyczynowego wyraża się za pomocą odpowiednio dobranych funktorów logiki zdań czasowych. Wszystko wskazuje na to, że taki system powinien być oparty na klasycznym rachunku zdań oraz na systemie logiki zmiany *ZI*, który zawiera w sobie odpowiedni system logiki zdań czasowych.

W literaturze filozoficzno-logicznej zostało ukazane, że klasyczna logika zdań powstała w związku z ontologicznym podejściem do rzeczywistości. Jej obowiązywalność z kolei jest zagwarantowana użyciem funktorów prawdziwościowych w sformułowaniu podstawowych zasad, które dotyczą całej rzeczywistości⁹¹. Autorzy o ontologicznym nastawieniu badawczym w stosunku do rzeczywistości, a takimi są prawie wszyscy fizycy, mogą utrzymywać, że twierdzenia klasycznej logiki zdań stwierdzają obiektywne związki między różnego typu istnościami, ujętymi poznawczo i wyrażonymi za pomocą zdań, o których to związkach mówią wszystkie nauki ujmujące świat w aspekcie ontologicznym. Tacy autorzy w sposób zasadny posługują się funktorami klasycznego rachunku zdań.

System logiki zdań kauzalnych – w tym artykule konstruowany – będzie nadbudowany nad klasycznym rachunkiem zdań. Celem powstania takiego systemu będzie skonstruowanie języka formalnego służącego do ścisłego wyrażania poznawczo ujętych różnych związków przyczynowych, z którymi mamy do czynienia na gruncie nauk przyrodniczych. Ten rachunek dostarczy

⁹⁰ Por. B u r k s. *Chance, Cause, Reason* s. 456.

⁹¹ Por. S. K i c z u k. *Zagadnienie obowiązywalności klasycznego rachunku zdań*. „Roczniki Filozoficzne” 36:1988 z. 1 s. 54.

również odpowiedniej aparatury inferencyjnej do kontrolowania niektórych wnioskowań występujących w języku nieformalnym, w których to wnioskowaniach jest mowa o związkach przyczynowych. Osobliwe aksjomaty powstającego systemu, zawierające nowy funkktor, który będzie nazwany funkktorem kauzalnej implikacji relatywistycznej, muszą być prawdziwe w fizykalnym modelu związku przyczynowego, opisanym w pierwszej części tego artykułu. Każdy kolejny aksjomat będzie wyrażał inną cechę tegoż związku. Reguły pierwotne nowego systemu, który zostanie nazwany systemem *CI*, będą z kolei wcielały intuicyjnie słuszne i powszechnie akceptowane reguły wnioskowania. Funktor osobliwy logiki zdań kauzalnych może być traktowany jako termin techniczny, który będzie mógł służyć wyrażaniu myśli na niektóre tematy z większą precyzją, niż to jest do osiągnięcia wtedy, gdy posługujemy się zwrotami potocznymi. Można też powiedzieć, że język odpowiednich systemów logiki zdań kauzalnych powinien służyć utrwalaniu, przechowywaniu i komunikowaniu poznania dotyczącego związku przyczynowego, o którym jest mowa na gruncie nauk przyrodniczych. Zmiennymi w takim systemie będą tylko zmienne zdaniowe, za które można będzie podstawiać tylko zdania o odpowiednich zdarzeniach, gdyż zdarzenia w sposób naturalny opisuje się właśnie za pomocą zdań⁹².

Trzeba zauważyć, iż mogą być konstruowane systemy logiki przyczynowości uwzględniające wyniki analizy związku przyczynowego, o którym jest mowa na gruncie filozofii klasycznej. Uwagi o również tak rozumianym związku przyczynowym były poczynione w pierwszej części tego artykułu. Zauważono, że dla filozofów greckich przyczyna zawsze była czymś doskonalszym niż skutek. Przyczyna sprawcza, w ujęciach filozoficznych, niekiedy nie może ulegać żadnej zmianie⁹³. Nie może więc być zdarzeniem typu energetycznego. System logiki zdań kauzalnych, uwzględniający analizy przyczynowości przeprowadzane na gruncie filozofii greckiej lub średniowiecznej, może być diametralnie odmienny od systemu logiki zdań kauzalnych, który będzie konstruowany w tym artykule i będzie dotyczył przyczynowości przyjmowanej na gruncie fizyki współczesnej, gdzie związek przyczynowy jest niezmiernie ważnym typem realnych zależności. Wiele wskazuje na to, że systemy formalne służące do adekwatnego przedstawienia przyczynowości w filozofii klasycznej nie będą mogły obyć się bez sylogistyki Arystotelesa.

⁹² Fakt, że podstawową zmienną w systemie logiki zdań kauzalnych jest zmienna zdaniowa reprezentująca zdania o zdarzeniach, wskazuje na pewien związek treściowy systemu *CI* z ontologią sytuacji, gdzie przyjmuje się tezę o możliwości adekwatnego opisanie sytuacji tylko w języku zdaniowym.

⁹³ Por. K r a j e w s k i, jw. s. 180-181.

Oprócz poczynionego poprzednio ustalenia, że poszukiwany system formalny *CI* ma być nadbudowany nad klasycznym rachunkiem zdań, ten system musi również zawierać odpowiedni funktor związany z terminem „czas”, potrzebny do wyrażenia – wspomnianego w pierwszej części tego artykułu – następstwa czasowego skutku po przyczynie. Wspomniano już też o tym, że czas odgrywa niezmiernie ważną rolę w fizyce nowożytnej. Charakteryzowany formalnie funktor kauzalnej implikacji relatywistycznej będzie oznaczony symbolem *Cw*. Forma zdaniowa $p \text{ Cw } q$, w której występuje funktor *Cw*, będzie odczytywana następująco: jeżeli *p*, to z tej przyczyny *q*. Z uwagi na to, że systemy logiki zdań czasowych mogą charakteryzować własności formalne wielu funktorów związanych z terminem „czas” i są w stanie ująć różne własności czasu, zachodzi potrzeba wykorzystania w systemie logiki zdań kauzalnych takiej logiki zdań czasowych, która respektuje podstawowe ujęcia fizyki współczesnej dotyczące czasu. Takim systemem jest, jak się wydaje, system „And Then”⁹⁴. W tym systemie jest podana charakterystyka funktora zdaniotwórczego od dwóch argumentów zdaniowych, który symbolicznie jest oznaczony przez *T*. Funktor ten posiada odpowiednik w języku potocznym. Można go bowiem odczytać jako „i potem”. Warto dodać, że w systemie „And Then” przyjmuje się aksjomat wyrażający linearność czasu⁹⁵. W systemie tym nie zakłada się, że czas jest dyskretny, i nie zakłada się, że czas jest ciągły lub gęsty.

G. H. von Wright ujął system „And Then” aksjomatycznie. Fiński autor nadbudował swój system nad klasycznym, aksjomatycznie ujętym rachunkiem zdań. Oto aksjomaty systemu „And Then”:

- B0. Zbiór aksjomatów klasycznego rachunku zdań
- B1. $(p \vee q \text{ T } r \vee s) \equiv (p \text{ T } r) \vee (p \text{ T } s) \vee (q \text{ T } r) \vee (q \text{ T } s)$
- B2. $(p \text{ T } q) \wedge (r \text{ T } s) \equiv (p \wedge r \text{ T } q \wedge s) \vee (q \text{ T } s) \vee (s \text{ T } q)$
- B3. $p \equiv (p \text{ T } q \vee \sim q)$
- B4. $\sim (p \text{ T } q \wedge \sim q)$

⁹⁴ Por. G. H. von Wright. „And Then”. „Commentationes Physico-Mathematicae. Societas Scientiarum Fennica” 32:1966 nr 7 s. 1-11; t e n ż e. „Always” s. 208-221.

⁹⁵ Trzeba zauważyć, że funktor, który odczytujemy w języku naturalnym jako „i potem”, może być różnie aksjomatycznie charakteryzowany. Zwłaszcza aksjomat drugi może przybrać różne formy. Zamiast tej formy aksjomatu drugiego, którą poniżej zamieszczamy, a nazwanej przez von Wrighta aksjomatem linearności, można przyjąć aksjomat kolistości czasu lub rozgałęzienia czasu. Trzeba też przypomnieć, że von Wright zanim skonstruował system logiki zdań czasowych poświęcony omawianemu funktorowi, był już autorem aksjomatycznego systemu logiki zdań czasowych, w których charakteryzował funktor odczytywany jako „i następnie”. Zob. G. H. von Wright. „And Next”. „Acta Philosophica Fennica” 18:1965 s. 283-304. Użycie tego funktora zakładało dyskretność medium czasowego.

Trzeba zauważyć, że w ciągu symboli: \sim , \wedge , \vee , \rightarrow , \equiv , T każdy symbol występujący wcześniej wiąże silniej (krócej) od wszystkich symboli występujących po nim.

Regułami pierwotnymi systemu „And Then” są: reguła podstawiania, reguła odrywania i reguła ekstensjonalności, która głosi, że jeżeli równoważność zbudowana z dwóch wyrażeń jest tezą, to człony tej równoważności można odpowiednio wzajemnie zastępować w tezach systemu.

Fiński logik naszkicował dowody następujących twierdzeń:

- T1. $(p \ T \ q) \vee (p \ T \ \sim q) \vee (\sim p \ T \ q) \vee (\sim p \ T \ \sim q)$
- T2. $(p \ T \ p) \vee (p \ T \ \sim p) \vee (\sim p \ T \ p) \vee (\sim p \ T \ \sim p)$
- T3. $(p \ T \ q) \rightarrow p$
- T4. $\sim (p \wedge \sim p \ T \ q)$
- T5. $p \wedge (q \ T \ r) \equiv (p \wedge q \ T \ r)$
- T6. $(p \ T \ q) \equiv p \wedge (t \ T \ q)$, gdzie t reprezentuje dowolne prawo klasycznego rachunku zdań.
- T7. $p \wedge (q \ T \ r) \rightarrow (p \ T \ r)$
- T8. $(p \ T \ q \wedge r) \rightarrow (p \ T \ q)$
- T9. $(p \ T \ q) \wedge (p \ T \ r) \equiv ((p \ T \ q) \ T \ r)$
- T10. $((p \ T \ q) \ T \ r) \equiv ((p \ T \ r) \ T \ q)$
- T11. $(p \ T \ (q \ T \ r)) \rightarrow (p \ T \ r)$
- T12. $\sim (t \ T \ \sim p) \rightarrow (t \ T \ p)$

W systemie „And Then” oprócz twierdzeń podanych przez von Wrighta zostały udowodnione również między innymi tezy następujące⁹⁶:

- T13. $p \rightarrow \sim (\sim p \ T \ q)$
- T14. $p \rightarrow \sim (\sim p \ T \ p)$
- T15. $p \rightarrow \sim (\sim p \ T \ \sim p)$
- T16. $p \rightarrow (p \ T \ p) \vee (p \ T \ \sim p)$
- T17. $p \wedge \sim (p \ T \ \sim p) \rightarrow (p \ T \ p)$
- T18. $p \rightarrow (\sim (p \ T \ \sim p) \rightarrow (p \ T \ p))$
- T19. $(p \vee q \ T \ r) \equiv (p \ T \ r) \vee (q \ T \ r)$
- T20. $(p \ T \ r) \rightarrow (p \vee q \ T \ r)$
- T21. $(p \wedge q \ T \ r) \rightarrow (q \ T \ r)$

W literaturze filozoficzno-logicznej niekiedy mówi się o logice nauk dedukcyjnych i o logice nauk empirycznych. Częścią tej ostatniej byłaby logika fizyki, rozumiana jako zbiór systemów formalnych, nadbudowanych nad klasycznym rachunkiem logicznym, w których to systemach metodami logiki współczesnej byłyby charakteryzowane różne funktory nieekstensjonalne,

⁹⁶ Por. S. K i c z u k. *System logiki zmiany*. „Roczniki Filozoficzne” 33:1985 z. 1 s. 161-162.

odgrywające ważną rolę we wnioskowaniach przeprowadzanych na gruncie wspomnianego już języka wyobrażeniowego fizyki współczesnej. Kolejność konstruowania różnych działów logiki fizyki nie jest dowolna. We wszystkich tych systemach w sposób istotny należy korzystać z niektórych rachunków logiki zdań czasowych. Już wyżej wspomniano, że niektóre zwroty związane z terminem „czas” odgrywają ważną rolę w naukach przyrodniczych. Niezmiernie ważne są funkcory wyrażające relacje czasowe. Wszystko wskazuje na to, że odpowiednia logika zmiany, nadbudowana nad logiką zdań czasowych, musi z kolei być konstruowana przed logiką przyczynowości. Przy konstruowaniu bowiem systemów logiki zmiany, przynajmniej niektórych, nie zachodzi potrzeba korzystania z funkcyj związanych z terminem „związek przyczynowy”. Trudno jest zbudować system logiki zdań kauzalnych, nie posługując się przynajmniej jednym funkcyj z terminem „zmiana”. Takim funkcyj, który formalnie został scharakteryzowany w systemie *ZI*, jest funkcyj „zmienia się to, że...”⁹⁷. Ten funkcyj skrótowo oznacza się symbolem *Zm*. Warto dodać, że wszystkie obiekty, wszystkie zdarzenia fizyki trwają w czasie. Czas ich trwania może być różny. To trzeba mieć na uwadze, analizując odpowiednie wzory systemu *ZI*. Oto charakterystyka tego systemu.

JĘZYK SYSTEMU *ZI*

Słownik języka systemu składa się z następujących wyrazów:

- 1) zmienne zdaniowe: $p, q, r, p_1, q_1, r_1 \dots$ – zmienne te reprezentują zdania o zdarzeniach;
- 2) funkcory prawdziwościowe: \sim (znak negacji), \wedge (znak koniunkcji), \vee (znak alternatywy), \rightarrow (znak implikacji), \equiv (znak równoważności);
- 3) funkcyj zdaniotwórczy o jednym argumentem zdaniowym *Zm*, który należy czytać: „zmienia się to, że...”;
- 4) funkcyj zdaniotwórczy od dwóch argumentów zdaniowych *T*, który należy czytać: „i potem”;
- 5) nawiasy.

W ciągu symboli: *Zm*, \sim , \wedge , \vee , \rightarrow , \equiv , *T* każdy symbol występujący wcześniej wiąże silniej (krócej) od wszystkich symboli występujących po nim.

REGUŁY SKŁADNI JĘZYKA SYSTEMU *ZI*

Poprawnie zbudowanymi wyrażeniami zdaniowymi są wyrażenia następujące:

⁹⁷ Por. tamże s. 162-173.

- 1) każda zmienna zdaniowa jest poprawnie zbudowanym wyrażeniem zdaniowym;
- 2) wyrażenie zbudowane z funktora Zm i jego argumentu, którym może być zmienna zdaniowa lub wyrażenie zbudowane ze zmiennych zdaniowych za pomocą znaków koniunkcji oraz alternatywy, lub wyrażenie, które jest logicznie równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań któremuś z wymienionych dotychczas argumentów. Przyjmuje się, że na przykład koniunkcja dwóch zdarzeń opisuje zdarzenia polegające na tym, że oba zdarzenia zachodzą. Takie zdarzenie będziemy nazywali koniunkcją zdarzeń (niekiedy jest ono nazywane iloczynem zdarzeń). Z kolei alternatywa zdarzeń opisuje zdarzenia polegające na tym, że przynajmniej jedno z tych zdarzeń zachodzi. Takie zdarzenie można nazwać alternatywą zdarzeń (niekiedy jest ono nazywane sumą zdarzeń). Nie przyjmujemy, że negacja zdania o zdarzeniu musi opisywać zdarzenie. Taka negacja stwierdza, że zdarzenie opisane przez dane zdanie nie zachodzi. Ujmując rzecz nieco inaczej, możemy powiedzieć, że dopełnienie zdarzenia nie musi być zdarzeniem w ujęciu nauk przyrodniczych. Trzeba dodać, że traktowanie dopełnienia zdarzeń jako zdarzeń prowadzi do wniosku o istnieniu tak zwanych zdarzeń niemożliwych⁹⁸;
- 3) wyrażenia zbudowane z wyżej wymienionych za pomocą funktora T według składni obowiązujących w rachunku „And Then”;
- 4) wyrażenia zbudowane z wyżej wymienionych za pomocą funktorów rachunku zdań.

AKSJOMATY SYSTEMU ZI

- D_0 . Zbiór aksjomatów klasycznego rachunku zdań
 D_T . Zbiór aksjomatów rachunku „And Then”
 D_1 . $Zm\ p \rightarrow p$
 D_2 . $(p\ T\ \sim\ p) \rightarrow Zm\ p$
 D_3 . $Zm\ (p \wedge q) \rightarrow Zm\ p \vee Zm\ q$
 D_4 . $(Zm\ p) \wedge q \rightarrow Zm\ (p \wedge q)$
 D_5 . $Zm\ (p \vee q) \rightarrow Zm\ p \vee Zm\ q$
 D_6 . $Zm\ p \rightarrow Zm\ (p \vee q)$

⁹⁸ Por. B o r k o w s k i. *W sprawie intuicyjnej interpretacji logiki trójwartościowej Łukasiewicza* s. 62, 65.

REGUŁY PIERWOTNE DOWODZENIA

Pierwsza reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu *ZI* prawidłowe podstawienie jakiegokolwiek tezy klasycznego rachunku zdań oraz jakiegokolwiek tezy systemu „And Then”.

Druga reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu wyrażenie będące prawidłowym podstawieniem tez, w których występuje funktor *Zm*. Jak już zauważono, argumentem takiego funktora może być tylko jedna zmienna zdaniowa lub wyrażenie zbudowane z takich zmiennych za pomocą znaków koniunkcji i alternatywy, lub też wyrażenie, które jest logicznie równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań któremuś z wymienionych dotychczas argumentów.

Reguła odrywania pozwala uznać za tezę systemu następnik implikacji będącej tezą systemu, o ile tezą systemu jest również poprzednik tej implikacji.

Reguła ekstensjonalności głosi, że jeżeli równoważność zbudowana z dwóch wyrażeń jest tezą, to człony tej równoważności można wzajemnie odpowiednio zastępować w tezach systemu.

W systemie *ZI* zostały udowodnione między innymi następujące twierdzenia⁹⁹:

- Z1. $p \wedge \sim Zm p \rightarrow (p T p)$
- Z2. $\sim ZM p \wedge \sim Zm q \rightarrow \sim Zm (p \wedge q)$
- Z3. $p \wedge q \rightarrow (\sim Zm (p \wedge q) \rightarrow \sim Zm p \wedge \sim Zm q)$
- Z4. $Zm (p \wedge q) \wedge \sim Zm p \rightarrow Zm q$
- Z5. $(p T \sim p) \rightarrow Zm (p \wedge q)$
- Z6. $Zm (p \wedge q \wedge r) \rightarrow Zm p \vee Zm q \vee Zm r$
- Z7. $Zm (p \vee q \vee r) \rightarrow Zm p \vee Zm q \vee Zm r$
- Z8. $\sim p \rightarrow \sim Zm (p \wedge q)$
- Z9. $Zm p \rightarrow \sim (\sim p T \sim p)$
- Z10. $\sim p \rightarrow (\sim q \rightarrow \sim Zm (p \vee q))$
- Z11. $(\sim p T q) \rightarrow \sim Zm (p \wedge q)$

Na bazie klasycznego rachunku zdań oraz systemów „And Then” i *ZI* można podać aksjomaty wyznaczające podstawowy sens związku przyczynowego i charakteryzujące termin pierwotny systemu logiki zdań kauzalnych, to jest funktor występujący w formie zdaniowej „jeżeli *p*, to z tej przyczyny *q*”. Poszczególne aksjomaty będą wyrażały między innymi ukazane w pierwszej części tego artykułu cechy najbardziej fundamentalnego związku przyczynowego w fizyce, to znaczy związku typu energetycznego. Każda teza logiki

⁹⁹ Por. K i c z u k. *System logiki zmiany* s. 165-167.

zdań kauzalnych, w której występuje funktor Cw , będzie mówiła o związku przyczynowym jako zachodzącym w określonych warunkach. Warunki te muszą istnieć w trakcie zachodzenia zjawiska A opisanego przez p , jak również wtedy, gdy dokonuje się zdarzenie opisane przez q we wzorze $p Cw q$. W tezach logiki przyczynowości nie będzie wprowadzana zmienna reprezentująca zdania opisujące warunki.

SYSTEM CI

JĘZYK SYSTEMU ZI

Słownik języka systemu składa się z następujących wyrazów:

- 1) zmienne zdaniowe, które reprezentują zdania o odpowiednich zdarzeniach: $p, q, r, p_1, q_1, r_1, \dots$;
- 2) funktory prawdziwościowe: \sim (znak negacji), \wedge (znak koniunkcji), \vee (znak alternatywy), \rightarrow (znak implikacji), \equiv (znak równoważności);
- 3) funktor zdaniotwórczy o jednym argumencie zdaniowym Zm , który należy czytać: „zmienia się to, że...”;
- 4) funktor zdaniotwórczy od dwóch argumentów zdaniowych T , który należy czytać: „i potem”;
- 5) funktor zdaniotwórczy od dwóch argumentów zdaniowych Cw , który należy czytać: „jeżeli..., to z tej przyczyny...”;
- 6) nawiasy.

REGUŁY SKŁADNI JĘZYKA SYSTEMU CI

Poprawnie zbudowanymi wyrażeniami zdaniowymi są wyrażenia następujące:

- 1) zmienna zdaniowa;
- 2) wyrażenie zbudowane z funktora Zm i jego argumentu według reguł składni obowiązujących dla tego funktora w systemie ZI ;
- 3) wyrażenie zbudowane z funktora Cw i jego argumentów, którymi mogą być dwie różne zmienne zdaniowe lub dwa nierównoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań wyrażenia zbudowane ze zmiennych zdaniowych za pomocą znaków koniunkcji lub alternatywy. Argumentami funktora Cw mogą też być wyrażenia odpowiednio równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań z wyżej ukazanymi argumentami. Argumentem lewym funktora Cw , otrzymanym przez podstawianie za występujące tam zmienne zdań o odpowiednich zdarzeniach, może być tylko zdanie o przekazie dostatecznej ilości energii do wywołania skutku przez jakieś określone ciało lub jakąś określoną wyodrębnioną

całość – na przykład cząstkę elementarną – w określonym interwale czasowym¹⁰⁰.

- 4) wyrażenia zbudowane z wyrażeń wyżej wymienionych za pomocą funktora T według reguł składni obowiązujących w rachunku „And Then”;
- 5) wyrażenia zbudowane z wyrażeń wyżej wymienionych za pomocą funktorów rachunku zdań.

W ciągu symboli: Zm , \sim , \wedge , \vee , \rightarrow , \equiv , T , Cw każdy symbol występujący wcześniej wiąże silniej (krócej) od wszystkich symboli występujących po nim.

AKSJOMATY SYSTEMU CI

A_0 . Zbiór aksjomatów klasycznego rachunku zdań

A_B . Zbiór aksjomatów rachunku „And Then”

A_D . Zbiór aksjomatów rachunku ZI

A1. $(p \text{ } Cw \text{ } q) \wedge (q \text{ } Cw \text{ } r) \rightarrow (p \text{ } Cw \text{ } r)$

A1 wyraża przechodność związku przyczynowego.

A2. $(p \text{ } Cw \text{ } q) \rightarrow \sim (q \text{ } Cw \text{ } p)$

Powyższy aksjomat wyraża dyskutowaną w pierwszej części artykułu asymetryczność pojedynczego związku przyczynowego. Jeżeli bowiem zdarzenie x wywołuje zdarzenie y , to zdarzenie y nie wywołuje zdarzenia x . Na przykład, przy uderzeniu kuli A w kulę B przekaz energii przez kulę A będzie przyczyną odpowiednich zmian w kuli B , ale nie odwrotnie.

Niekiedy podkreśla się, że nauka nowożytna zaczęła się wtedy, kiedy ludzie przyzwyczaili się do idei zmian zmieniających się (np. przyspieszenie, opóźnienie w ruchu), czyli zdarzeń zmieniających się w czasie. Wydaje się, że asymetryczność związku przyczynowego jest również wyrażana przez następujący aksjomat, w którym wykorzystuje się wspomniany już funktor „zmienia się to, że...”:

A3. $(p \text{ } Cw \text{ } q) \rightarrow (Zm \text{ } p \rightarrow (Zm \text{ } p \text{ } T \text{ } Zm \text{ } q))$

W sposób zasadniczy bowiem o asymetrii związku przyczynowego decyduje przekaz energii od nośnika przyczyny do nośnika skutku. Nadto, jeżeli między dwoma zdarzeniami zachodzi związek przycy-

¹⁰⁰ Z faktu, że jakaś wyodrębniona całość, badana przez fizykę współczesną, działa energetycznie, przekazuje energię, nie wynika jeszcze, że mamy do czynienia ze związkiem przyczynowym. Mówiąc o związku przyczynowym, mówimy o przyczynie i o skutku, mówimy o oddziaływaniu jednej całości na inną. W przypadku swobodnych elektronów jest tak, że każdy taki elektron z natury musi emitować i absorbować fotony, czyli kwanty energii promieniowania elektromagnetycznego, które są różnej wielkości. Mamy tu do czynienia ze zmianą typu energetycznego, która nie jest związana z rozważaniami kauzalnymi. Logika zmiany dla przyrodnictwa musi więc być konstruowana przed logiką zdań kauzalnych.

nowy, to zmiana wielkości wartości przyczyny powoduje zmianę rozmiarów skutku. Innymi słowy, jeżeli x jest przyczyną y i x ulega zmianie, to y również ulega zmianie. Należy przy tym założyć, o czym była mowa wyżej, brak oddziaływań innych ciał na nośnik skutku poza działaniem nośnika przyczyny.

Z uwagi na przypomniane w tym artykule ustalenia, przyjęte na gruncie fizyki współczesnej, o absolutnej wcześniejszości skutku w stosunku do przyczyny ważną cechą związku przyczynowego będzie wyrażał aksjomat następujący:

- A4. $(p \text{ Cw } q) \rightarrow (p \text{ T } q)$, gdzie litera T jest symbolem funktora „i potem”, który został scharakteryzowany formalnie we wspomnianym systemie „And Then”. Aksjomat ten wyraża czasowe następstwo skutku po przyczynie.

Wiele uwagi w literaturze światowej poświęcono zagadnieniu konieczności związków przyczynowych. Wydaje się, że trudno jest scharakteryzować tę cechę w taki sposób, aby ta charakterystyka dotyczyła konieczności związku przyczynowego na gruncie wszystkich dyscyplin, które mówią o związku przyczynowym. Uznając pluralizm typów wiedzy teoretycznej, można powiedzieć, że inaczej należy rozumieć konieczność związku przyczynowego na przykład na gruncie metafizyki klasycznej, a inaczej na gruncie fizyki współczesnej. Na gruncie koronnej dla współczesnych nauk przyrodniczych dyscypliny – co wyżej zostało ustalone – cechę konieczności związku przyczynowego należy wyrażać za pomocą odpowiednich zwrotów czasowych. W związku z tym w systemie logiki zdań kauzalnych trzeba przyjąć aksjomat następujący:

- A5. $(p \text{ Cw } q) \rightarrow (p \rightarrow q \wedge \sim (t \text{ T } \sim q))$, gdzie t reprezentuje dowolną tezę klasycznego rachunku zdań.

A5 należy rozumieć w ten sposób, że jeżeli p jest przyczyną tego, że q , to jeżeli zdarzenie opisane przez p , będące przyczyną, faktycznie zachodzi, to faktycznie teraz i zawsze będzie zachodziło zdarzenie opisane przez q , które jest skutkiem zdarzenia opisanego przez p . Można powiedzieć, że jeżeli p , to z tej przyczyny q , to tak właśnie jest i zawsze tak będzie, że w określonych warunkach zdarzenie typu energetycznego opisane przez zdanie p będzie przyczyną zdarzenia opisanego przez q ¹⁰¹.

¹⁰¹ Jak już wyżej zauważono, w języku formalnym cechę konieczności związku przyczynowego usiłowano wyrazić na różne sposoby. Aksjomat A5 został sformułowany – respektując odpowiednie ustalenia dokonane na gruncie filozofii nauki – za pomocą odpowiedniego funktora

Funktor implikacji relatywistycznej nie jest funktorem prawdziwościowym. Jeżeli jednak dwa zdania opisujące określone zdarzenia, którymi interesują się fizycy współcześni, można połączyć funktorem implikacji relatywistycznej, to można je związać funktorem implikacji materialnej. Da się to wyrazić w sposób następujący:

$$A6. (p \text{ Cw } q) \rightarrow (p \rightarrow q)$$

W świecie zdarzeń, o których mówi fizyka i między którymi zachodzą odpowiednio związki przyczynowe, prawdziwa będzie również równoważność następująca:

$$A7. (p \text{ Cw } q) \wedge (p \text{ Cw } r) \equiv (p \text{ Cw } (q \wedge r))$$

Powyższe aksjomaty, wyrażając między innymi cechy związku przyczynowego, wyznaczają podstawowy sens związku przyczynowego w fizyce. W prezentowanym ujęciu przyczyna jest traktowana jako zdarzenie typu energetycznego, polegające na oddziaływaniu, na przekazie energii.

REGUŁY PIERWOTNE DOWODZENIA

Pierwsza reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu *CI* prawidłowe podstawienie jakiegokolwiek tezy klasycznego rachunku zdań oraz jakiegokolwiek tezy systemu „And Then”.

Druga reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu wyrażenie będące prawidłowym podstawieniem tez, w których występuje funktor *Zm*. Jak już zauważono, argumentem takiego funktora może być tylko jedna zmienna zdaniowa lub wyrażenie zbudowane z takich zmiennych za pomocą znaków koniunkcji i alternatywy, lub też wyrażenie, które jest logicznie równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań któremuś z wymienionych dotychczas argumentów.

Trzecia reguła podstawiania pozwala uznać za tezę systemu wyrażenie będące prawidłowym podstawieniem tez, w których występuje dwuargumentowy funktor *Cw*. Jak już zauważono, argumentami takiego funktora mogą być dwie różne zmienne zdaniowe lub dwa wyrażenia, nierównoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań, zbudowane ze zmiennych zdaniowych za pomocą znaków koniunkcji lub alternatywy. Argumentami funktora *Cw* mogą też być wyrażenia odpowiednio równoważne na gruncie klasycznego rachunku zdań z wyżej ukazanymi argumentami. Argumentem lewym funktora *Cw*, otrzymanym przez podstawienie za zmienną tam występującą (lub zmienne tam występujące) zdań o odpowiednich zdarzeniach, może być tylko zdanie o zdarzeniu polegającym na przekazie dostatecznej ilości energii do wywoła-

nia skutku przez jakieś ciało lub jakąś całość – na przykład cząstkę elementarną – w określonym interwale czasowym. Przy takim podstawieniu za zmienne argumentem prawym funktora Cw może być zdanie opisujące zdarzenie-skutek.

Reguła odrywania pozwala uznać za tezę systemu następnik implikacji będącej tezą systemu, o ile tezą systemu jest również poprzednik tej implikacji.

Reguła ekstensjonalności głosi, że jeżeli równoważność zbudowana z dwóch wyrażeń jest tezą, to człony tej równoważności można wzajemnie odpowiednio zastępować w tezach systemu.

Niesprzeczność systemu CI można udowodnić metodą interpretacji. Funktor T w odpowiednich przekładach zastępujemy znakiem koniunkcji. Funktor Zm zastępujemy funktorem asercji. Z kolei funktor Cw należy traktować w tych przekładach jako dwuargumentowy funktor fałsum. Po tych zastąpieniach aksjomaty osobliwe, zawierające stałe T , Zm i Cw przechodzą w tezy klasycznego rachunku zdań. Stąd – z uwagi na niesprzeczność klasycznego rachunku zdań – wynika niesprzeczność systemu CI .

W rachunku CI można dowodzić szeregu twierdzeń. Oto niektóre z nich:

$$(C1) (p \ Cw \ q) \wedge Zm \ p \rightarrow (Zm \ p \ T \ Zm \ q)$$

Dowód:

$$1. (p \ Cw \ q) \rightarrow (Zm \ p \rightarrow (Zm \ p \ T \ Zm \ q)) \ A3$$

$$2. (p \rightarrow (q \rightarrow r)) \rightarrow (p \wedge q \rightarrow r) \quad \text{teza klas. rach. zdań}$$

$$3. ((p \ Cw \ q) \rightarrow (Zm \ p \rightarrow (Zm \ p \ T \ Zm \ q))) \rightarrow ((p \ Cw \ q) \wedge Zm \ p \rightarrow (Zm \ p \ T \ Zm \ q)) \ 2$$

$$4. (p \ Cw \ q) \wedge Zm \ p \rightarrow (Zm \ p \ T \ Zm \ q) \ 3, 1$$

$$(C2) p \wedge (\sim q \vee (t \ T \ \sim q)) \rightarrow \sim (p \ Cw \ q)$$

Twierdzenie (C2) można łatwo udowodnić, korzystając z A5 i kilku praw klasycznego rachunku zdań.

$$(C3) (p \ Cw \ r) \rightarrow (p \vee q \ T \ r)$$

W dowodzie tego twierdzenia należy wykorzystać A4 i T20.

$$(C4) (p \ Cw \ q) \rightarrow p$$

Twierdzenie (C4) można udowodnić opierając się na A4 i T3.

$$(C5) (p \ Cw \ q) \rightarrow p \wedge (t \ T \ q)$$

W dowodzie tego twierdzenia należy wykorzystać A4 i T6.

$$(C6) (p \ Cw \ q) \rightarrow \sim (\sim p \ T \ q)$$

Twierdzenie (C6) można udowodnić wykorzystując (C4) i T13 oraz odpowiednią tezę klasycznego rachunku zdań.

$$(C7) \sim p \rightarrow \sim (p \ Cw \ q)$$

Twierdzenie (C7) dowodzi się wykorzystując (C4) i prawo transpozycji z klasycznego rachunku zdań.

$$(C8) (\sim p \text{ T } q) \rightarrow \sim (p \text{ Cw } q)$$

Twierdzenie (C8) dowodzi się korzystając z twierdzenia (C6) i z prawa transpozycji klasycznego rachunku zdań.

$$(C9) \text{Zm } p \rightarrow (\sim (\text{Zm } p \text{ T } \text{Zm } q) \rightarrow \sim (p \text{ Cw } q))$$

Dowód:

$$1. (p \text{ Cw } q) \rightarrow (\text{Zm } p \rightarrow (\text{Zm } p \text{ T } \text{Zm } q)) \quad A3$$

$$2. \sim (\text{Zm } p \rightarrow (\text{Zm } p \text{ T } \text{Zm } q)) \rightarrow \sim (p \text{ Cw } q) \quad 1$$

$$3. (\text{Zm } p \wedge \sim (\text{Zm } p \text{ T } \text{Zm } q)) \rightarrow \sim (p \text{ Cw } q) \quad 2$$

$$\text{Zm } p \rightarrow (\sim (\text{Zm } p \text{ T } \text{Zm } q) \rightarrow \sim (p \text{ Cw } q)) \quad 3, \text{ prawo eksportacji}$$

$$(C10) p \rightarrow (\sim q \rightarrow \sim (p \text{ Cw } q))$$

W dowodzie twierdzenia (C10) należy wykorzystać A6 i odpowiednie tezy klasycznego rachunku zdań.

$$(C11) (p \wedge r \text{ Cw } q) \rightarrow (\sim \text{Zm } (p \wedge r) \rightarrow \sim \text{Zm } p \wedge \sim \text{Zm } r)$$

W dowodzie (C12) należy wykorzystać twierdzenia (C4) oraz (Z3), jak również odpowiednie prawa klasycznego rachunku zdań.

$$(C12) (p \text{ Cw } q) \rightarrow ((p \text{ Cw } r) \rightarrow \sim (q \wedge r \text{ Cw } p))$$

Dowód:

$$1. (p \text{ Cw } q) \rightarrow \sim (q \text{ Cw } p) \quad A2$$

$$2. (p \text{ Cw } q \wedge r) \rightarrow \sim (q \wedge r \text{ Cw } p) \quad 1$$

$$3. (p \text{ Cw } q) \wedge (p \text{ Cw } r) \rightarrow \sim (q \wedge r \text{ Cw } p) \quad 2, A7$$

$$(p \text{ Cw } q) \rightarrow ((p \text{ Cw } r) \rightarrow \sim (q \wedge r \text{ Cw } p)) \quad 3, \text{ prawo eksportacji}$$

$$(C13) (p \text{ Cw } q) \wedge (q \text{ Cw } r) \rightarrow (p \text{ T } r)$$

Twierdzenie (C14) można łatwo udowodnić korzystając z A1 i A4.

$$(C14) (p \text{ Cw } s) \wedge (s \text{ Cw } q \wedge r) \rightarrow (p \text{ Cw } q) \wedge (p \text{ Cw } r)$$

Dowód:

$$1. (p \text{ Cw } s) \wedge (s \text{ Cw } q \wedge r) \rightarrow (p \text{ Cw } (q \wedge r)) \quad A1$$

$$(p \text{ Cw } s) \wedge (s \text{ Cw } q \wedge r) \rightarrow (p \text{ Cw } q) \wedge (p \text{ Cw } r) \quad 1, A7, \text{ pra-}$$

wo sylo-

gizmu wa-

runkowego

$$(C15) (p \text{ Cw } q) \wedge p \rightarrow (t \text{ T } q)$$

Dowód:

$$1. (p \text{ Cw } q) \rightarrow (p \rightarrow q \wedge \sim (t \text{ T } \sim q)) \quad A5$$

$$2. (p \text{ Cw } q) \wedge p \rightarrow (q \wedge \sim (t \text{ T } \sim q)) \quad 1$$

$$3. q \wedge \sim (t \text{ T } \sim q) \rightarrow \sim (t \text{ T } \sim q) \quad \text{podstawienie prawa logiki zdań}$$

$$4. \sim (t \text{ T } \sim q) \rightarrow (t \text{ T } q) \quad T12$$

$$(p \text{ Cw } q) \wedge p \rightarrow (t \text{ T } q) \quad 2, 3, 4$$

Tytułem podsumowania wszystkich uwag zawartych w tym artykule można powiedzieć, że w zarysowanym systemie logiki zdań kauzalnych do wyrażenia jego tez oprócz funktora implikacji relatywistycznej, oprócz funktorów klasycznego rachunku zdań użyto funktorów z kilku systemów logik nieklasycznych uprzednio skonstruowanych. Wybór tych rachunków nie był przypadkowy. W toku analiz zawartych w drugiej części artykułu, respektując ustalenia zawarte w pierwszej jego części, które można nazwać semantyką opisową związku przyczynowego, uzasadniono wybór systemu logiki zdań czasowych i odpowiedniego systemu logiki zmiany. Zresztą, system *ZI* był konstruowany z myślą o jego ewentualnym wykorzystaniu przy konstruowaniu systemu logiki zdań kauzalnych. Funktor implikacji relatywistycznej, występujący w skonstruowanym w tym artykule systemie *CI*, i inne funktory nieekstensjonalne mogą stać się terminami technicznymi, które będą służyły wyrażaniu myśli na niektóre tematy z większą precyzją, niż czynią to zwroty potoczne. Można powiedzieć, że język systemu *CI* może służyć utrwalaniu, przechowywaniu i komunikowaniu poznania dotyczącego czasu, zmiany i związku przyczynowego w naukach przyrodniczych. Ponadto, każdy system logiki formalnej dostarcza aparatury inferencyjnej, dostarcza precyzyjnych narzędzi do kontrolowania poprawności odpowiednich wnioskowań. W przypadku systemu *CI* będą to narzędzia do kontrolowania wnioskowań przeprowadzanych głównie na gruncie filozofii nauki i nauk przyrodniczych, zwłaszcza na gruncie fizyki, o ile jej rezultaty są komunikowane w zbliżonym do potocznego języku wyobrażeniowym. W tego typu wnioskowaniach pojawiają się często funktory związane z terminami „czas”, „zmiana”, „związek przyczynowy”. Nie są to funktory ekstensjonalne. Nie można wykazać poprawności tego typu wnioskowań opierając się na tezach klasycznego rachunku logicznego. Wszystko to wskazuje, że system *CI* nadbudowany nad klasycznym rachunkiem logicznym i zarazem dostarczający praw rządzących poprawnym użyciem funktorów związanych z wyżej wymienionymi terminami może pełnić pozytywną rolę w pośrednim uzasadnianiu twierdzeń na gruncie szeroko pojętej filozofii.

THE SYSTEM OF THE LOGIC OF CAUSAL PROPOSITIONS

S u m m a r y

The first part of the paper outlines the development of the problem of causality in Greek philosophy. Some remarks have been made on how some medieval philosophers approached to the problem. The paper sought also to show how modern philosophy understood causation. The paper has inquired into the characteristics of causal relation as it is accepted in the domain of modern and recent physics.

In the second part of the paper one finds some remarks concerning the programme of construing the system of logic. The system being adequate to the manner in which causality is presented in physics. A new system of logic *CI* has been construed in which one has characterized the functor of relativistic implication Cw by means of the methods of recent logic. The functor should be read out as follows: "if..., then for that reason..." The arguments of functor Cw may be propositional expressions which describe a particular event. The new system of non-classic logic has been built upon the classical propositional calculus on the one of the systems of temporal logic and on the system of the logic of change *ZI*. The findings respecting causation, as they are outlined in the first part of the paper, constitute descriptive semantics of system *CI* described in the second part of the paper. This system of non-classic logic may play a positive role in the mediate justification of theorems on the grounds of philosophy, taken in its broad sense.

Translated by Jan Kłós