

## KAUZALNE TEORIE CZASU<sup>1</sup>

---

### ABSTRACT

Artykuł poświęcony jest analizie kauzalnych teorii czasu. Jego głównym celem jest pokazanie, że zadanie, jakie postawili sobie zwolennicy takich teorii, tzn. redukcja relacji czasowych do kauzalnej, nie zostało wykonane i co więcej - wprost przeciwnie niż sądzą obrońcy tych teorii – mamy dobre racje by wierzyć, że nie da się zrozumieć natury związków przyczynowo – skutkowych bez odwołania się do relacji czasowych.

The paper is devoted to the analysis of causal theories of time and tries to show that they cannot give us what they promise, i.e. a causal reduction of temporal relations. Instead, it is claimed, we have good reasons to believe that we need to use the temporal relations to understand the causal ones.

**Słowa kluczowe:** czas, przyczynowość, kierunek czasu, kauzalna teoria czasu

---

<sup>1</sup> Artykuł niepublikowany w postaci osobnej pracy – materiał w nim zawarty wykorzystany został przez autora w pracy *Uptyw czasu i ontologia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2011.

## I.

Przyjmujemy na ogół, że przyczyny poprzedzają w czasie skutki. Co więcej bardzo często właśnie na podstawie znajomości pewnych konkretnych przypadków relacji kauzalnej wnioskujemy o następstwie zdarzeń. Jeżeli na przykład zauważymy mokrą jezdnię (i jej otoczenie) wnioskujemy stąd, że sprawcą musiał być *wcześniej* padający deszcz, tak samo w przypadku jakiejś katastrofy szukamy *wcześniejszych* przyczyn oraz ewentualnych *późniejszych* następstw. Tego typu przypadki były inspiracją do tego, aby właśnie w związku przyczynowo – skutkowym szukać podstaw dla uporządkowania czasu i aby zredukować relację następstwa czasowego do asymetrycznej relacji kauzalnej. Teorie takie tworzą podgrupę w szerszej grupie teorii, które nazywamy kauzalnymi teoriami czasu (KTCz), a których ogólnym celem było zredukowanie relacji czasowych do relacji kauzalnych, asymetrycznych lub symetrycznych. Sukces którejś z takich teorii byłby dla nas bardzo ważny poznawczo; znalezienie adekwatnej asymetrycznej KTCz, opartej na asymetrycznej relacji kauzalnej mogłoby bowiem wyjaśnić nam, dlaczego postrzegamy czas jako asymetryczny, o ile tylko teoria taka potrafiłaby jednocześnie wyjaśnić pozostałe aspekty związane z postrzeganą przez nas asymetrią czasu, tzn. jeżeli potrafiłaby wyjaśnić również, dlaczego nasza wiedza o przeszłości i przyszłości jest asymetryczna i dlaczego tę pierwszą postrzegamy jako ustaloną, a tę drugą nie. Natomiast znalezienie adekwatnej symetrycznej KTCz opartej na symetrycznej relacji kauzalnej mogłoby być traktowane jako argument na rzecz symetrii czasu lub też zmuszałoby do uzupełnienia symetrycznej KTCz inną doktryną w celu otrzymania asymetrycznej teorii kierunku czasu.<sup>2</sup>

Asymetryczne KTCz budziły duże zainteresowanie co najmniej od czasów Leibniza,<sup>3</sup> a ich szczególna trudność polega na tym, iż zwolennik takiej teorii zobowiązany jest do wskazania takiej autonomicznej względem relacji następstwa czasowego własności relacji kauzalnej, która odpowiadałaby za asymetrię tej relacji. Nie tylko nie udało się jak dotąd takiej własności znaleźć, jak będe chciał pokazać, ale też nie bardzo wiadomo, na czy miałyby

---

<sup>2</sup> Mehlberg ze względu na symetrię praw fizyki (jeśli pominąć nieistotne dla obserwowanych na co dzień zjawisk oddziaływania słabe) uważał relację kauzalną za symetryczną i był w związku z tym zwolennikiem symetrycznej KTCz i symetrii czasu, natomiast Reichenbach [1956] uważał co prawda relację kauzalną za symetryczną, ale szukał podstaw asymetrii czasu w nieodwracalnych procesach termodynamicznych. Por. np. Szumilewicz [1964], Earman [1974], Sklar [1974, 1981, 1993], Augustynek [1975], Gołosz [2011c].

<sup>3</sup> Inny znany zwolennik takiego podejścia to pominięty w niniejszej rozprawie Kant – por. np. Szumilewicz [1964], Mehlberg [1980a].

ona polegać w sytuacji, w której wszystkie oddziaływania fizyczne (z wyjątkiem słabych) są symetryczne względem odwrócenia czasu. Trudności takiego podejścia doprowadziły do prób sformułowania symetrycznych KTCz przez Mehlberga [1980a, b],<sup>4</sup> który wykorzystuje symetryczną relację kauzalną do uporządkowania czasu bez wyróżnionego zwrotu, przy pomocy trójczłonowej relacji ‘znajdowania się pomiędzy’. Takie stanowisko również napotyka na poważne trudności, które analizuję w dalszej części tego artykułu.

W swoim artykule chciałbym przypomnieć kilka ważniejszych - starszych i nowszych – KTCz i pokazać, że nie tylko nie są one w stanie dać nam tego, co obiecują, czyli kauzalnej redukcji relacji czasowych, ale, co więcej, istnieją poważne racje na rzecz tezy mówiącej, iż aby zrozumieć relację kauzalną należy założyć *uprzednią* znajomość relacji czasoprzestrzennych. W szczególnie interesującym nas przypadku asymetrycznej relacji kauzalnej, którą się przeważnie posługujemy, argumentacja ta pokazuje, że aby zrozumieć jej asymetrię należy - tak jak to zrobił Hume – odwołać się do relacji poprzedzania czasowego.<sup>5</sup> Ponieważ analizowane przeze mnie teorie opierają się na różnie rozumianym związku przyczynowo – skutkowym, aby nie ograniczać ogólności rozważań, nie będę zakładał z góry żadnej konkretnej definicji przyczynowości.

## II.

Rozpocznę od ujawniającej słabości typowe dla asymetrycznych KTCz kauzalnej teorii kierunku czasu Leibniza. Przypomnę, że Leibniz proponował następujące kauzalne określenie kierunku czasu:

„Jeżeli z dwu elementów nierównoczesnych jeden stanowi przyczynę drugiego, wówczas będzie on uważany za *poprzedzający*, drugi zaś za *późniejszy*.” [Leibniz, 1969, s. 666]

Zasadniczą słabością tej teorii jest to, że Leibniz przyjmuje za Arystotelesem dwa rodzaje przyczyn - przyczyny sprawcze i celowe. Ażeby powyższa teoria miała sens, autor musiałby nie tylko sprecyzować, że chodzi mu w powyższej definicji o przyczynę sprawczą, ale – co

<sup>4</sup> Wymieniona książka Mehlberga zawiera rozszerzone i uzupełnione prace autora z lat poprzednich, w ty m.in. artykuły z lat 1935 – 1937, w których sformułował swoją symetryczną KTCz.

<sup>5</sup> „Ten więc związek, który nasz umysł *czuje*, to nawykowe przenoszenie się wyobraźni z jednego przedmiotu na drugi, który tamtemu stale towarzyszy – oto owo odczucie, oto impresja, na podstawie której tworzymy ideę siły czy koniecznego związku. (...) Zatem zgodnie z tym doświadczeniem można zdefiniować przyczynę *przedmiot*, po którym następuje przedmiot inny, przy czym po wszystkich przedmiotach podobnych do pierwszego następują przedmioty podobne do drugiego (...)” [Hume, 1977, s. 92, 93].

więcej – musiałby być w stanie odróżnić przyczynę sprawczą od celowej w taki sposób, który nie wykorzystuje pojęcia następstwa czasowego. Leibniz nie tylko tego nie robi, ale - wprost przeciwnie - używa tych pojęć w sposób trudny do rozdzielenia, co pokazuje dobrze niniejszy ustęp:

I jeżeli przeszłość określimy jako działającą przyczynę tego, co późniejsze, to na odwrót, to, co późniejsze, jest w pewien sposób celową przyczyną wcześniejszego, przynajmniej dla tych, którzy przyjmują, że Bóg działa celowo.<sup>6</sup>

Jak stąd wynika, Leibniz nie jest w stanie odróżnić przyczyny od skutku bez odwołania się do relacji następstwa czasowego a jego KTCz chybia zamierzonego celu.

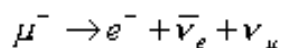
### III.

Reichenbach w okresie, którym pracował nad *Direction of Time*, uważał, że związek przyczynowo – skutkowy z racji tej, że oparty jest na symetrycznych w czasie prawach fizyki, musi być symetryczny i że kierunek czasu można określić tylko odwołując się do nieodwracalnych procesów termodynamicznych. W swoich wcześniejszych pracach [1925, 1958 (jest to angielski przekład książki z 1928r.)] zajmował odmienne stanowisko i utrzymywał, że związek przyczynowo – skutkowy jest taką relacją pomiędzy zdarzeniami, która jest asymetryczna, i która może w związku z tym być wykorzystana do wyjaśnienia asymetrii czasu (zredukowania jej do asymetrii kauzalnej). W obu wymienionych pracach autor zastosował nieco odmienną argumentację. W tej wcześniejszej utrzymuje, że różnica pomiędzy przyczyną i skutkiem przejawia się w odmienności naszych wnioskowań dotyczących przeszłości i przyszłości: aby przewidywać przyszłość musimy znać wszystkie determinujące warunki, czyli całą przyczynę, podczas gdy do retrodykcji (wysuwania przypuszczeń na temat nieznanych nam zdarzeń z przeszłości) wystarcza znajomość tylko części skutku. Na przykład mokra jezdnia (wraz z poboczami) pozwala nam domyślać się, że *wcześniej padał* deszcz, podczas gdy przewidywanie przyszłej pogody wymaga dużej liczby danych meteorologicznych.

Rozumowaniu temu można postawić szereg zarzutów, natury zarówno ogólnej i szczegółowej. Te pierwsze, stosujące się do wszystkich KTCz, przedstawię nieco później ograniczając się teraz do tego, który skierowany był przeciwko tej konkretnej argumentacji, autorstwa Mehlberga [1980a, s. 125 – 128] i Szumilewicz [1964, s. 36 – 46]. W krytyce tej zwraca się uwagę na to, że Reichenbach nie miał racji formułując swoje uogólnienie

<sup>6</sup> Leibniz [1924, s. 371] Tłumaczenie przytoczyłem za Szumilewicz [1964, s. 27].

dotyczące predykcji i retrodykcji. Jak ujmuje to Szumilewicz [s. 37], „znamy wprawdzie przypadki, gdy istotnie prognoza wymaga więcej informacji niż postgnoza; istnieją jednak również takie sytuacje, w których do wyjaśnienia potrzeba więcej informacji niż do przewidywania.” Przytoczę za autorką tylko jeden przykład - rozpadu ujemnych mionów. Jak wiadomo z fizyki cząstki te rozpadają się na elektron, antyneutrino elektronowe oraz neutrino mionowe:



Jak jednak zwraca uwagę Szumilewicz, znajomość którejs z cząstek (lub ich par), które powstają jako skutek takiego rozpadu, czyli częściowego *skutku*, nie pozwala nam – wbrew temu co twierdzi Reichenbach - na wywnioskowanie, co było przyczyną ich pojawienia się, gdyż każda z nich mogła powstać w różnych innych rozpadach (na przykład dwie pierwsze cząstki mogły równie dobrze powstać w rozpadzie  $\beta^-$ ).<sup>7</sup>

W pracy [1958] Reichenbach chcąc wyznaczyć przy pomocy związku przyczynowo – skutkowego kierunek, w którym – jak to ujmuje - „czas płynie od wcześniejszego zdarzenia do późniejszego” [1958, s. 138], lub też „kierunek przesuwania się czasu” [1958, s. 138], zastosował tzw. zasadę markowania (*the principle of marking*):

Jeżeli zdarzenie  $E_1$  jest przyczyną zdarzenia  $E_2$ , wtedy mała zmiana (znak – *a mark*)  $E_1$  jest powiązana z małą zmianą  $E_2$ , podczas gdy małe zmiany  $E_2$  nie są powiązane ze zmianami  $E_1$ .<sup>8</sup>

Reichenbach ilustruje swoją zasadę następującymi przykładami [1958, s. 137 -138]:  
przesyłamy promień świetlny pomiędzy  $A$  i  $B$  i jeżeli na drodze tego promienia w punkcie  $A$  ustawimy czerwone szkiełko zabarwiające ten promień, będzie on czerwony również w  $B$ . Jeżeli zaś ustawimy to szkiełko na drodze promienia w  $B$ , nie będzie on czerwony w  $A$ . W drugim przykładzie rzucamy kamień z  $A$  do  $B$ . Jeżeli zaznaczymy kamień kawałkiem kredy w  $A$ , będzie on miał ten znak w  $B$ , jeżeli zaś zaznaczymy go w  $B$ , w dalszym ciągu „opuszczając  $A$  kamień nie posiada znaku”.

<sup>7</sup> Szumilewicz, [1964, s. 43 – 44] podając ten przykład wspomina tylko o jednym neutrinie. Mehlberg dochodzi do podobnych wniosków: „The inference is equally certain, whether it is from the total cause or the total effect; it is equally defective if it claims to reconstruct the complete cause from the partial effect, or the total effect from the partial cause.” [1980a, s. 127]

<sup>8</sup> Reichenbach [1958, s. 136 – 138]. Por. również Mehlberg [1980a, s. 105 – 113].

Metoda markowania poddana była krytyce przez Mehlberga [1980a, s. 111 – 113]. Zwraca on uwagę na to, po pierwsze, jeżeli przez ‘markowanie (czy też oznaczanie) przedmiotu w danym momencie’ rozumieć ‘postawienie na tym przedmiocie znaku, którego nie miał *wcześniej*’, cała metoda zakłada już pewną relację następstwa czasowego i redukuje się w ten sposób do tautologii. Jeżeli zaś przez ‘markowanie (czy też oznaczanie) przedmiotu w danym momencie’ rozumieć że ‘znak pojawia się dokładnie w tym właśnie momencie’ bez wiedzy na temat, co było wcześniej, nie będziemy mogli z informacji, że znak znajduje się w końcowej pozycji wywnioskować, czy był na początku, czy też nie. Po drugie zaś cała metoda markowania działa tylko wtedy, gdy bierzemy pod uwagę nieodwracalne procesy. Weźmy bowiem jako przykład piłkę, która spada w pewnym pomieszczeniu pionowo na podłogę i odbija się idealnie sprężysto w górę. Załóżmy teraz, że podłoga pokryta została cienką warstwą farby; piłka odbijająca się od podłogi zostanie oznakowana farbą zgodnie z metodą Reichenbacha. Eksperymentator sprawdzający stan piłki na górze i na dole będzie mógł odróżnić zdarzenie wcześniejsze i późniejsze tylko jeżeli weźmie pod uwagę nieodwracalność pewnych procesów, żadne bowiem prawo fizyki nie może wykluczyć tego, że piłka początkowo oznakowana może spaść na podłogę ruchem jednostajnie przyspieszonym i tam stracić swój znak w trakcie uderzenia, jakkolwiek mało prawdopodobne może być takie zdarzenie. W świecie zjawisk odwracalnych, konkluduje Mehlberg, „sukcesja zdarzeń nie może być zdefiniowana w terminach relacji kauzalnej; definicja oparta na nieodwracalności nie jest definicją kauzalną.” [1980a, s. 113] Reichenbach wiąże relację kauzalną z oddziaływaniami fizycznymi, te zaś są symetryczne względem odwrócenia czasu (*modulo*, jak zwykle, oddziaływania słabe) a procesy asymetryczne *de facto*, których czasowa asymetria wynika z przypadkowo dobranych warunków początkowych lub brzegowych, nie mogą być podstawą do uznania asymetrii czasu i wyznaczenia jego kierunku.<sup>9</sup>

#### IV.

Kolejne dwa poważne zarzuty podnoszone przeciwko KTCz mają naturę bardziej ogólną i odnoszą się do wszystkich postaci tych teorii, zarówno w asymetrycznej, jak i w symetrycznej wersji. Pierwszy z nich stawiany był kauzalnym teoriom czasu m.in. przez Smarta [1969] i Augustynka [1975], drugi sformułowany został przez Sklara [1974]. Jedną z podstawowych trudności KTCz – i źródłem trudności, na którą zwracają uwagę Smart i Augustynek - jest to,

<sup>9</sup> Analizą teorii kierunku czasu opierających się na asymetrii termodynamicznej i w szczególności koncepcją Reichenbacha z 1956r. zajmuję się w swojej pracy [2011c]. Krytykę takich teorii znaleźć można również w Earman [1974] oraz Sklar [1974, 1981, 1993].

że zdarzeń wchodzących w relację kauzalną jest po prostu za mało, aby wyjaśnić uporządkowanie czasu i dokonać udanej redukcji relacji czasowych do relacji kauzalnej. Weźmy jako przykład pewien krótki odcinek drogi, przez który przejeżdżają kolejne samochody. Zdarzenia odpowiadające przejazdowi kolejnych pojazdów powiązane są ze sobą relacjami następstwa czasowego, chociaż na ogół nie będą związane ze sobą przyczynowo. Jeżeli nawet wprowadzimy obserwatora, który będzie rejestrował kolejne przejazdy, to chociaż jego obserwacje będą związane przyczynowo z przejazdami samochodów, zdarzenia te pozostaną w dalszym ciągu niezwiązane ze sobą kauzalnie. Położenie zwolenników KTCz staje się jeszcze trudniejsze, jeżeli weźmiemy pod uwagę możliwość istnienia pustych obszarów czasoprzestrzeni lub wręcz pustą czasoprzestrzeń, która może nawet dynamicznie ewoluować, jak mówi nam ogólna teoria względności (OTW).<sup>10</sup> Zwolennicy KTCz w symetrycznej i asymetrycznej wersji próbują sobie radzić sobie w tej trudnej sytuacji w dwojaki sposób. Pierwszy, popularniejszy sposób polega na odwołaniu się do modalności, drugi wprowadza relacje kauzalne pomiędzy punktami czasoprzestrzeni. Zwolennicy tego pierwszego rozwiązania uważają, że odpowiednie zdarzenia znajdują się w relacji następstwa czasowego (lub w relacji ‘pomiędzy’), o ile *mogą* być powiązane ze sobą kauzalnie, przy czym możliwość jest tutaj określona przez odwołanie się do odpowiedniej teorii fizycznej, przede wszystkim szczególnej teorii względności (STW). A teoria ta mówi – przypomnę – iż na dane zdarzenie *mogą* kauzalnie wpływać zdarzenia znajdujące się wewnątrz lub na powierzchni stożka przeszłości, a ono samo *może* z kolei kauzalnie wpływać na zdarzenia znajdujące się wewnątrz lub na powierzchni stożka przyszłości. Problem z takim podejściem polega jednak na tym - i na tym polega istota prezentowanego zarzutu - że teorie, do których odwołuje się zwolennik KTCz, takie jak STW, zakładają już pewne relacje czasowe, przez co cała procedura prowadzi do błędnego koła. Dobrego wyjścia z tej sytuacji nie ma; definicje cząstkowe (dla części relacji czasowych) nie załatwiają sprawy a błędne koło w rozumowaniu, które powstaje wtedy, kiedy odwołujemy się do praw fizyki, z kolei dyskwalifikowałoby je.

Nieco inaczej próbuje sobie radzić z zarzutem braku odpowiedniej liczby zdarzeń wchodzących w relację kauzalną współczesny zwolennik KTCz Michael Tooley, zaprzęgając do wykonania tego zadania – likwidacji luk przyczynowych w czasoprzestrzeni – jej punkty.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Willem de Sitter w 1917 r. znalazł „puste” rozwiązanie równań pola Einsteina, opisujące czasoprzestrzeń pozbawioną mas (z tensorem energii-pędu  $T_{ij} = 0$ ). Por. np. Heller [1985].

<sup>11</sup> Tooley [1997, s. 341 – 355; 2005, s. 87]. Por. również Gołosz [2011a].

Uważa on, że istnienie punktów czasoprzestrzeni, jako bytów, które nie są bytami koniecznymi, wymaga swojego wyjaśnienia, i nie widzi – jak pisze - innej możliwości dokonania tego, niż poprzez hipotezę stwierdzającą, iż istnienie punktów czasoprzestrzeni jest spowodowane – poprzez jakieś związki przyczynowe – istnieniem innych punktów czasoprzestrzeni. Tooley nie precyzuje przy tym niestety natury wspomnianych związków przyczynowych, przyjmując tylko w swojej zmodyfikowanej wersji STW tzw. „Zasadę Paralelnego, Nierozgałęziającego Zachowania się Przestrzeni” (*Principle of Parallel, Non-Branching Conservation of Space*), która ma według niego gwarantować to, że łańcuchy przyczynowe łączące punkty czasoprzestrzeni nie rozgałęziają się, umożliwiając tym samym istnienie *tej samej* przestrzennej lokalizacji dla punktów czasoprzestrzeni, czyli istnienie absolutnej przestrzeni. Taka absolutna przestrzeń ma, według niego, *endurować*, czyli być w całości obecna w każdej chwili czasu. Twierdzi on również, że jego zmodyfikowana wersja STW pozwala na wyjaśnienie i przewidywanie faktów, których nie wyjaśnia standardowa wersja: mianowicie mając dany pewien ograniczony obszar czasoprzestrzenny, „zmodyfikowana teoria pociąga za sobą to, że istnienie tego obszaru miało swoją przyczynę i w ten sposób było wyjaśnione przez istnienie jakiegoś wcześniejszego obszaru” oraz przewiduje, „że będzie istniał jakiś późniejszy [w stosunku do niego] obszar czasoprzestrzenny” [1997, s. 354 – 355]. Tooley uważa, że w ten sposób wyjaśnił nie tylko ciągle trwanie czasoprzestrzeni, ale również jej kierunek.<sup>12</sup> Zasadniczy problem z tą argumentacją polega na tym, że Tooley nie wyjaśnia nam kluczowego dla jego argumentacji problemu, na czym miałyby polegać relacje kauzalne pomiędzy punktami czasoprzestrzeni i dlaczego miałyby być one asymetryczne. Należy też przypomnieć, że teorii opisującej takie relacje, póki co, po prostu nie ma i niejasność całej tej koncepcji czyni odpowiedź Tooleya na zarzut braku odpowiedniej liczby zdarzeń wchodzących w relację kauzalną po prostu niewiarygodną.

---

<sup>12</sup> Swoją teorię, której warunkiem jest założenie absolutności ontologicznej czasoprzestrzeni (mówiąc jego językiem „realizmu”), Tooley [2005, s. 87] charakteryzuje w skrócie następująco: „The basic idea is that if one adopts a realist conception of space-time, then the continued existence of space-time is itself something that requires explanation if it is not to be a cosmic accident. However, what sort of explanation is possible, other than one according to which regions of space-time themselves causally give rise to other regions of space-time? If such immanent causal connections between spatiotemporal regions are possible, then the temporal ordering of different moments of time can, on a causal theory, be given by those causal relations, rather than only by causal relations between events in space-time.”



## V.

Ostatni argument - autorstwa Sklara – przeciwko KTCz jest podwójnie ciekawy przez to, że ujawnia nam również rzeczywiste źródło trudności tych teorii. Ich zwolennicy powołują się, jak już wspominałem, na to, że relacje czasowe, w szczególności relacje następstwa czasowego, poznajemy poprzez obserwacje, które to obserwacje możliwe mają być tylko dzięki pewnym relacjom kauzalnym. Ten ostatni fakt ma być, według nich, wystarczającą racją do redukcji tych pierwszych do tych drugich. Ale jak to jest tak naprawdę z pojęciami, których używamy przy opisie procesów kauzalnych, i odpowiadającymi im obiektami? - pyta Sklar. Analizując zjawiska fizyczne obserwujemy zachowania się pewnych obiektów, czyli genidentyczne zbiory zdarzeń, i koincydencje niektórych spośród nich. A czy rzeczywiście poznajemy *bezpośrednio* genidentyczne zbiory zdarzeń, kauzalnie ciągłe zbiorze zdarzeń i kauzalny porządek zdarzeń?<sup>13</sup> Aby stwierdzić, że mamy do czynienia z *genidentycznym* zbiorem zdarzeń, czy też *kauzalnie ciągłym* zbiorem zdarzeń, musimy wiedzieć dane zdarzenia jako *czasoprzestrzennie ciągłe* i tylko wtedy będziemy mogli stwierdzić, iż mamy do czynienia wciąż z jednym i tym samym obiektem, częścią lub promieniem świetlnym, musimy też wiedzieć, kiedy zdarzenia ze sobą *koincydują czasoprzestrzennie*, a kiedy nie. Z kolei aby odróżnić przyczynę od skutku w takich ciągach zdarzeń w sytuacji, kiedy oddziaływania fizyczne (z wyjątkiem, jak zwykle, słabych) są symetryczne w czasie, musimy znać relację *następstwa czasowego* dla tych zdarzeń. Mówiąc krótko, aby poznać strukturę kauzalną świata musimy znać *uprzednio* jego strukturę czasoprzestrzenną. Oznacza to, konkluduje Sklar, że KTCz w obu swoich wersjach symetrycznej i niesymetrycznej są niewiarygodne i że rację miał Hume w tej części swoich poglądów, w których odróżniał przyczynę od skutków za pomocą relacji poprzedzania czasowego. „Jeżeli jakaś teza dotycząca redukcji ma być wiarygodna” - dodaje – „to raczej ta, która broni definiowalności kauzalnych pojęć przez czasowe a nie ta, która trwa przy definiowalności czasowych przez kauzalne.” [1974, s. 343]

## VI.

Obserwowana wokół nas asymetria pomiędzy przeszłością i przyszłością sprawia, że asymetryczne KTCz zawsze budziły większe zainteresowanie i dlatego chciałbym kolejne

---

<sup>13</sup> Sklar [1974, s. 339 – 341]. Dla wyidealizowanych punktowych mas i promieni świetlnych *genidentycznym zbiorem zdarzeń* nazywamy zbiór zdarzeń, z których każde jest zdarzeniem na linii świata pewnego takiego poruszającego się obiektu. Por. np. Sklar [1974, s. 321].

paragrafy poświęcić współczesnym wersjom tych teorii. Staralem się powyżej pokazać, że zwolennicy asymetrycznych KTCz natrafiają na dwie poważne przeszkody w swoich próbach zredukowania relacji czasowych do kauzalnej: jedną z nich jest czasowa symetria (*modulo* oddziaływania słabe) praw fizyki a drugim zagrożenie błędnym kołem w rozumowaniu, w którym próbuje się wykorzystać do redukcji zależne od czasu prawa fizyki. Powyższemu rozumowaniu można by zarzucić to, że bierze pod uwagę wyłącznie prawa fizyki, pomijając inne możliwe własności relacji kauzalnej, które mogłyby wprowadzić do niej asymetrię. Te inne możliwe własności wprowadzające asymetrię, wykorzystywane w alternatywnych definicjach przyczynowości, to:

1. Zwiększanie przez przyczyny prawdopodobieństwa ich skutków.
2. Traktowanie przyczyn jako środków umożliwiających zaistnienie przyczyn lub wpływających na nie.
3. Kontrfaktyczna asymetria związków przyczynowo – skutkowych.
4. *Asymetria widelkowa (fork asymmetry)*, polegająca na tym, że jeżeli mamy do czynienia z silną korelacją pomiędzy zdarzeniami *A* i *B*, możemy oczekiwać jakiegoś wcześniejszego zdarzenia *C*, które jest przyczyną obu tych zdarzeń i wyjaśnia tę korelację, natomiast nie powinniśmy raczej spodziewać się jakiegoś wspólnego skutku.

Spróbuję jednak pokazać, że na tej drodze nie daje się również zbudować zadawalających asymetrycznych KTCz.

Dwa pierwsze sposoby oraz dodatkowo asymetrię wyjaśniania, rozumianą jednak nieco inaczej niż u Reichenbacha [1925], próbuje wykorzystywać w swojej KTCz Mellor. W jego koncepcji, jak często podkreśla, „czas jest kauzalnym wymiarem czasoprzestrzeni”<sup>14</sup>. Według niego, aby odróżnić przyczynę od skutku można powołać się na to, że przyczyny są nie tylko *środkami* umożliwiającymi spowodowanie (lub wywołanie – *bringing about*) skutków, ale też *wyjaśniają* je oraz *zwiększają ich prawdopodobieństwo*, a ulubiony przykład Mellora, który ma ilustrować te próby definicji mówi, że dobre przygotowanie fizyczne Jima zwiększa prawdopodobieństwo wygrania przez niego wyścigu, jest środkiem do osiągnięcia tego zwycięstwa oraz wyjaśnia je, podczas gdy odwrotne relacje nie zachodzą.<sup>15</sup> Sceptyczny

<sup>14</sup> Np. Mellor [*RTII*, s. XIII, 117]. Por. również Gołosz [2011b].

<sup>15</sup> Mellor *RTII*, s. 107. Należałoby tutaj dodać, że Mellor nie jest do końca zadowolony z tych definicji; chciałby widzieć tę pierwszą jako bardziej podstawową od dwóch pozostałych ale nie jest ona dla niego pewna.

krytyk może jednak łatwo zaatakować każdy z warunków składających się na przyczynowość według Mellora. Po pierwsze, tak długo, jak długo analizujemy *intencje i poczynania ludzkie* (*casus Jima*), zakładamy już w takim procesie pewne *ukierunkowanie ku przyszłości* – co oznaczałoby dla Mellora błąd *petitio principii* - w procesie zaś czysto fizycznym asymetrii (nomologicznej) nie byłoby. Jeżeli nie założymy naszego (czy też dowolnego innego obiektu) *trwania w czasie, swojego (lub dowolnego przedmiotu) ukształtowania w ustalonej już przeszłości, a otwartej tylko i wyłącznie przyszłości*, nie ma *żadnego* logicznego powodu, dla którego nasze działania miałyby wpływać *tylko* na przyszłość. Albo *zakładamy* takie czasowo asymetryczne trwanie – co oznaczałoby wcześniejsze założenie i pierwotność relacji poprzedzania czasowego w stosunku do relacji kauzalnej – albo go nie zakładamy, ale wtedy nie możemy twierdzić, że nasze działania mogą wpływać *tylko* przyszłości. Pierwszy krok rozumowania Mellora zawiera zatem błąd *petitio principii*.

Jeżeli chodzi o drugi składnik w definicji Mellora relacji kauzalnej, to prawdą jest, że w trakcie wyjaśniania chętniej stosujemy wyjaśnienia odwołujące się do warunków *początkowych* (i symetrycznych(!) praw), ale to, po pierwsze, już *zakłada* upływ czasu, a, po drugie, jest to sprawa naszych indywidualnych preferencji co do tego, jakie wyjaśnienia traktujemy jako racjonalne (i to związanych prawdopodobnie z upływem czasu(!) – wyjaśniamy to, *co będzie przez to, co już było*). Arystoteles, jak wiadomo, preferował wyjaśnienia odwołujące się do przyczyn celowych a Leibniz, o czym już pisałem, używał zarówno przyczyn sprawczych, jak i celowych. Na ogół, mógłby nasz sceptyczny krytyk dodać, traktujemy związki przyczynowo - skutkowe jako pierwotne a wyjaśnianie w ich kategoriach jako wtórne. Jeśli jednak odwrócimy ten porządek i zechcemy traktować wyjaśnianie jako pierwotne,<sup>16</sup> co zdaje się sugerować jedna z propozycji Mellora, to nie dysponując relacjami poprzedzania i następstwa czasowego - gdyż te dopiero czekają w kolejce na swoje zdefiniowanie - nie będziemy mieli do dyspozycji środków, które pozwoliłyby nam odróżnić wyjaśnianie celowe od przyczynowego, przyczynę od celu oraz „wcześniej” od „później”.

Mellor, jak wspominałem, twierdzi również, że do odróżnienia przyczyny od skutku można wykorzystać to, że przyczyny *zwiększają prawdopodobieństwo* swoich skutków. Na słabość probabilistycznego podejścia do związku przyczynowo – skutkowego, zakładającego,

---

<sup>16</sup> Np. Horwich (op. cit. s. 154-156) uważa wyjaśnianie za teoretycznie pierwotne w stosunku do przyczynowości.

że przyczynowość nie jest ograniczona tylko do procesów deterministycznych, zwraca uwagę Tooleya [1996, 2005, s. 99]. Argumentacja Tooleya wygląda następująco - wyobraźmy sobie dwa typy choroby  $A$  i  $B$ , którymi rządzą następujące reguły:

- i) Choroba  $A$  powoduje śmierć z prawdopodobieństwem 0.1
- ii) Choroba  $B$  powoduje śmierć z prawdopodobieństwem 0.8
- iii) W warunkach  $C$ , którymi może być na przykład osłabienie układu odpornościowego, pewien organizm musi zostać zainfekowany chorobą  $A$  lub  $B$

Załóżmy teraz, że pewien osobnik  $m$  znajdujący się w warunkach  $C$  łapie chorobę  $A$  i umiera. W takim wypadku na mocy przyjętych założeń zakażenie chorobą  $A$  *nie zwiększyło* prawdopodobieństwa śmierci  $m$ , dlatego, że gdyby nie zaraził się chorobą  $A$  w warunkach  $C$  musiałby zarazić się chorobą  $B$ , w przypadku której śmiertelność jest wyższa niż dla  $A$ . Wynika stąd, że twierdzenie iż przyczyny zwiększają prawdopodobieństwo swoich skutków nie zawsze jest prawdziwe i że należy raczej – dokładnie tak, jak w analizowanym właśnie kontrargumencie Tooleya - odwrócić sposób rozumowania i przy analizach procesów probabilistycznych zakładać już pojęcie związku przyczynowo – skutkowego jako (przynajmniej względnie) pierwotne.

## VII.

Realizując trzecią z wskazanych możliwości, asymetryczną KTCz można próbować oprzeć na kontrfaktycznej teorii przyczynowości Lewisa:

Zdarzenie  $c$  jest przyczyną zdarzenia  $e$  wtw (wtedy i tylko wtedy), gdy istnieje skończony ciąg  $a_1, a_2, \dots, a_n$  zdarzeń prowadzących od  $c$  do  $e$  taki, że  $a_1 = c$ ,  $a_n = e$  oraz każde kolejne zdarzenie w ciągu zależne jest przyczynowo od poprzedniego.

sama zaś zależność przyczynowa dwóch zdarzeń w ciągu zdefiniowana jest następująco:

Zdarzenie  $b$  jest zależne przyczynowo od różnego od niego zdarzenia  $a$  wtw, gdy  $a$  i  $b$  realnie zachodzą oraz gdyby nie zaszło  $a$ , to nie wystąpiłoby  $b$ .<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> Lewis (1973b, 1979). Por. również Menzies (2008). Tooleya (2005, s. 85) twierdzi, że Lewis (1976, 1979) sugerował, iż wypadkowy kierunek czasu dla całego wszechświata może być zdefiniowany jako dominujący kierunek procesów kauzalnych we wszechświecie, jakkolwiek autorowi niniejszej pracy nie udało się w wymienionych pracach Lewisa znaleźć takiego stwierdzenia. Co więcej, jak będę chciał pokazać, trudno

Związek przyczynowo - skutkowy jest tutaj zdefiniowany przy pomocy kontrfaktycznych okresów warunkowych, które są, jak dowodził Lewis, asymetryczne względem czasu; terażniejszość (i bardziej ogólnie zdarzenia późniejsze) zależą kontrfaktycznie od przeszłości (zdarzeń wcześniejszych), natomiast „rzadko, jeśli kiedykolwiek, znaleźć możemy nie budzący wątpliwości kontrfaktyczny okres warunkowy, w którym przeszłość byłaby inna, gdyby terażniejszość była inna”.<sup>18</sup> Na przykład, prawdziwy jest kontrfaktyczny okres warunkowy: „gdyby kierowca nie zrobił błędu, nie doszłoby do wypadku”, nie chcielibyśmy zaś raczej uznać za prawdziwy kontrfaktycznego okresu warunkowego „gdyby nie doszło do wypadku, kierowca nie zrobiłby błędu”.

Lewis (1979, s. 473 – 475) wyjaśnia asymetrię okresów kontrfaktycznych – i w konsekwencji relacji przyczynowo – skutkowej *stwierdzoną empirycznie* asymetrią *przedeterminowania (overdetermination)* przeszłości przez przyszłość, polegającą na tym, że zdarzenia mają często w swojej przyszłości wiele zdarzeń, które je determinują (jednoznacznie określają), a bardzo mało takich zdarzeń w swojej przeszłości. Asymetria ta wynika stąd, że zdarzenia pozostawiają po sobie często wiele różnych śladów (czy też skutków), z których każde może zdeterminować (jednoznacznie określić) owo zdarzenie z przeszłości, podczas zwykle mamy jedno lub niewiele więcej niż jedno zdarzenie, które pociąga za sobą pewne inne zdarzenie w przyszłości. Żeby to pokazać, Lewis odwołuje się do przykładu Poppera (1956) koncentrycznej fali rozchodzącej się z centralnego źródła. Pojedyncze zaburzenie w punkcie centralnym determinuje wiele przyszłych zdarzeń, czyli rozchodzenie się koncentrycznej fali dochodzącej do różnych punktów na brzegu obszaru, podczas gdy wystarczą tylko poszczególne drobne fragmenty takiej koncentrycznej fali –

---

traktować teorię Lewisa jako KTCz, dlatego że według niego podstawą dla asymetrycznej relacji kauzalnej jest pewna *de facto* asymetria *przedeterminowania (overdetermination)* polegająca, mówiąc najprościej, na tym, że zdarzenia mają więcej skutków niż przyczyn.

<sup>18</sup> Lewis (1979, s. 455). Lewis (1973a, 1979) uzupełnia tę swoją koncepcję kontrfaktycznych okresów warunkowych teorią semantyczną odwołującą się do światów możliwych: Zdanie “Jeśli by było tak, że *p*, to byłoby tak, że *q*” jest prawdą w świecie rzeczywistym wtw gdy istnieje możliwy świat w którym *p* i *q* są prawdziwe, a który jest bardziej podobny do rzeczywistego świata niż dowolny możliwy świat, w którym *p* jest prawdziwe a *q* fałszywe, gdzie relacja podobieństwa do naszego świata oznacza m.in. rzadkie łamanie naszych praw przyrody i zasadę maksymalizowania obszarów, w których oba światy zgadzają się co do faktów.

drgania cząstek wody (czy też, na przykład, wektorów pola elektrycznego i magnetycznego), aby stwierdzić, co zdarzyło się w punkcie emisji takiej fali.<sup>19</sup>

Twierdzenia Lewisa o zachodzeniu asymetrii określonej kontrfaktycznie relacji kauzalnej bywa kwestionowane,<sup>20</sup> jednak z punktu widzenia moich rozważań, których celem jest analiza możliwości stworzenia KTCz, tym, co tak naprawdę dyskwalifikuje próbę określenia strzałki czasu poprzez kontrfaktyczną relację kauzalną, jest charakter *de facto* kontrfaktycznej definicji przyczynowości, odwołujący się do przypadkowego sposobu, w jaki przebiegają procesy fizyczne.<sup>21</sup> Po pierwsze, zdarzeń wchodzących w relację kauzalną określoną kontrfaktycznie w dalszym ciągu będzie za mało, tak jak w moim przykładzie z samochodami, po drugie zaś te istniejące mogą wskazywać przypadkowy kierunek, lub nie wskazywać go w ogóle, mimo zachodzenia pewnych procesów kauzalnych.

Możemy, jako pierwszy przykład, rozpatrzeć prosty przypadek dwóch punktowych cząstek poruszających się wzdłuż tej samej prostej pomiędzy dwoma ścianami, od których mogą się sprężyć odbijać. Załóżmy, że cząstki poruszają się w symetryczny sposób – wtedy, gdy jedna z nich odbija się od jednej ściany, druga odbija się od przeciwległej.<sup>22</sup> Otóż żadna analiza kontrfaktyczna stanów fizycznych takiego układu nie jest w stanie wyróżnić kierunku procesów kauzalnych, ani kierunku czasu, nie ma też tutaj asymetrii przedeterminowania, chociaż mamy tu do czynienia z pewnym fizycznym, kauzalnym procesem. Jako drugi przykład rozpatrzmy paradygmatyczny przypadek Poppera i Lewisa koncentrycznej fali. Wbrew temu, co sądzi Lewis nie można wykluczyć, że rzeczywisty proces kauzalny przebiegał w odwrotny sposób, niż on sam zakłada, albo na skutek mało prawdopodobnej fluktuacji, albo też czyjegoś celowego działania polegającego na zsynchronizowanym pobudzeniu do drgań cząstek na obrzeżach rozpatrywanego obszaru. Okazuje się w ten sposób, że przedeterminowanie i kontrfaktyczne zależności są trudne do zanalizowania bez zbadania *rzeczywistego przebiegu* procesów fizycznych.

<sup>19</sup> Lewis (1979, s. 475). Autor dodaje: “The processes that occur are the ones in which this extreme overdetermination goes toward the past, not those in which it goes toward the future.”

<sup>20</sup> Por. np. Menzies (2008).

<sup>21</sup> “Let me emphasize, once more, that the asymmetry of overdetermination is a contingent, *de facto* matter. Moreover, it may be a local matter, holding near here but not in remote parts of time and space. If so, then all that rests on it—the asymmetries of miracles, of counterfactual dependence, of causation and openness—may likewise be local and subject to exceptions.” (Lewis 1979, s. 475)

<sup>22</sup> Wzięcie pod uwagę ewentualnych zderzeń – również doskonale sprężystych – tych cząstek w połowie odległości pomiędzy ścianami, niczego w przeprowadzanej analizie nie zmienia.

### VIII.

Analizowana powyżej asymetria przedeterminowania jest pewnym szczególnym przypadkiem asymetrii widełkowej; jeżeli mamy do czynienia z silną korelacją pomiędzy zdarzeniami *A* i *B*, możemy oczekiwać jakiegoś wcześniejszego zdarzenia *C*, które jest przyczyną obu tych zdarzeń i wyjaśnia tę korelację, natomiast nie powinniśmy raczej spodziewać się jakiegoś wspólnego skutku, czyli otrzymujemy w efekcie widełki korelacji w kształcie litery *V* otwarte ku przyszłości. Na niemożność zredukowania asymetrii związku przyczynowo - skutkowego do asymetrii widełkowej zwraca uwagę Price.<sup>23</sup> Istnienie wspólnej przyczyny i nieistnienie wspólnego skutku mogłoby być wykorzystane do odróżnienia przyczyn od skutków, gdyby nie fakt, że „nie dysponujemy dostateczną liczbą asymetrycznych widełek. Asymetria widełkowa nie przydaje światu dość *rzeczywistej asymetrii*, by uczynić tam gdzie należy rozróżnienie pomiędzy przyczyną i skutkiem.” [1997, s. 168]. Załóżmy bowiem jako przykład, że Price nie opublikowałby swojej książki a jedynym efektem pracy twórczej, jaką wykonał, byłyby przekonania, jakie posiadał; mielibyśmy wtedy ewidentnie *wcześniejszą* przyczynę i *jedyny* jej skutek, a nie mielibyśmy asymetrii widełkowej. Asymetria widełkowa, podobnie jak przedeterminowanie przeszłości przez przyszłość, nie są nam w stanie zatem nic powiedzieć na temat tego, co odróżnia tę przyczynę od jej skutku.

### IX.

Mogłoby się wydawać, że w sytuacji, kiedy trudno jest znaleźć czynnik wprowadzający asymetrię do relacji kauzalnej, alternatywnym dobrym rozwiązaniem mogłoby być potraktowanie relacji kauzalnej jako pierwotnej – zakładając przy tym jej asymetrię – i dokonywanie redukcji relacji czasowych do tak właśnie pojmowanej relacji. Takie rozwiązanie nie rozwiązuje jednak żadnej z głównych trudności KTCz. Po pierwsze, byłoby to rozwiązanie *ad hoc* nie mające żadnego fundamentu w prawach fizyki, które są przecież symetryczne względem odwrócenia czasu, z wyjątkiem mało istotnych dla otaczających nas zjawisk fizycznych oddziaływań słabych. Po drugie zaś, pozostaje drugi fundamentalny argument przeciwko KTCz; oddziaływań kauzalnych jest za mało, aby można było dokonać udanej redukcji. I warto tu przypomnieć, że ten ostatni argument jest na tyle ogólny, iż odnosi się w takim samym stopniu do symetrycznych KTCz.

---

<sup>23</sup> Price [1997, r. 6, 7]. Price uważa asymetrię związku przyczynowo – skutkowego za konwencjonalną i mającą wynikać z pewnej szczególnej perspektywy, z której patrzymy na świat jako podmioty działające. Krytyczną analizę tej koncepcji przedstawiam w moich artykułach [2010a, 2011c].

## IX.

Staralem się pokazać w swoim artykule, na czym polega trudność kauzalnych teorii czasu. Racje stojące za tymi teoriami w postaci kauzalnych procesów percepcji i obserwowanych wokół nas związków przyczynowo - skutkowych okazują się przy bliższej analizie słabe i kierujące nas w niewłaściwą stronę. Jak zauważył J. Mackie, relacja ‘bycia później’ oparta jest na prostym, bezpośrednim doświadczeniu i jako taka jest pierwotna i niesprowadzalna do relacji kauzalnej, i właśnie dlatego możemy bez problemu wiązać ze sobą relacją następstwa czasowego zdarzenia niepowiązane za sobą kauzalnie.<sup>24</sup> Wydaje się raczej, jak starałem się pokazać za Sklarem, że jest dokładnie odwrotnie i że to znajomość relacji czasoprzestrzennych konieczna dla nas do tego, aby można było rozpoznać relacje kauzalne. Co więcej, każda bliższa analiza tych ostatnich wymaga odwołania do praw przyrody, wyrażonych w języku nie dających się wyeliminować czasoprzestrzennych relacji pomiędzy obiektami, lub wręcz ‘czystych’ (topologicznych i metrycznych) własności czasoprzestrzeni.<sup>25</sup> W szczególnie nas interesującym przypadku relacji pomiędzy strzałką czasu i związkiem przyczynowo – skutkowym, jeżeli chcemy zrozumieć obserwowane wszędzie wokół nas poprzedzanie skutków przez przyczyny, powinniśmy podążać raczej za Hume niż za Leibnizem. Nie oznacza to jednak możliwości stworzenia czasowych (czy też czasoprzestrzennych) teorii związków przyczynowych, gdyż tych ostatnich nie da się sprowadzić – wbrew temu co twierdził Hume - do następstwa, nawet powtarzalnego, zdarzeń, a nie powinniśmy też *a priori* wykluczać niezgodnych z definicją Hume’a przyczynowości wstecznej i oddziaływań na odległość.<sup>26</sup> Redukcjonizm, chociaż tak efektywny w swoich zastosowaniach, okazuje się i tutaj mieć swoje trudne do przekroczenia granice.

---

<sup>24</sup> Mackie, jak pisze Sklar [1981, s. 315 – 316]), stwierdza to w swoim nieopublikowanym artykule „Causal Asymmetry in Concept and Reality”.

<sup>25</sup> Por. przypis 9.

<sup>26</sup> Na to, że aby zrozumieć, czym jest związek przyczynowo – skutkowy, trzeba wyjść poza dające się obserwować następstwo zdarzeń w stronę konstrukcji teoretycznych, zwrócił uwagę oczywiście Kant. Pozostałe dwa argumenty przedstawił Sklar [1974, s. 341 – 343] opierając się na tym, iż Hume nie tylko twierdził, że przyczyna musi czasowo poprzedzać skutek, ale również z naciskiem podkreślał w *Traktacie o naturze ludzkiej*, że *bezpośrednie sąsiedztwo w czasie i przestrzeni* przedmiotów jest warunkiem koniecznym do tego, by działała jakakolwiek przyczyna (np. [1963], s. 104).



## Bibliografia

- Augustynek, Z. [1975], *Natura czasu*, PWN, Warszawa,
- Dorato, M. [2000], "Becoming and the Arrow of Causation", *Philosophy of Science*, 67, (Proceedings), s. S523 - S534.
- Earman, J. [1974], "An Attempt to Add a Little Direction to 'The Problem of the Direction of Time'", *Philosophy of Science*, 41, s. 15 – 47.
- Gołosz, J. [2010a], "Eternalizm i problem iluzji upływu czasu", *Kwartalnik Filozoficzny*, 38, s. 105-122.
- Gołosz, J. [2010b], „Czy istnieje upływ czasu?”, *Filozofia Nauki*, 4, s. 97 – 120.
- Gołosz, J. [2011a], "Upływ czasu i teoria względności", *Filozofia Nauki*, 1, s. 95 – 132.
- Gołosz, J. [2011b], „'Thank Goodness That's Over'”, *Principia*, 54 – 55, s. 75 – 97.
- Gołosz, J. [2011c], „Asymetria czasu”, niepublikowany.
- Heller, M. [1985], *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, PWN, Warszawa.
- Horwich, P. [1987], *The Asymmetries in Time: Problems in the Philosophy of Science*, The MIT Press, Cambridge MA.
- Hume, D. [1963], *Traktat o naturze ludzkiej*, przekł. Cz. Znamierowski, PWN, Warszawa.
- Hume, D. [1977], *Badania dotyczące rozumu ludzkiego*, przekł. J. Łukasiewicz, K. Twardowski, PWN, Warszawa.
- Leibniz, G.W. [1924], "Zu Spinozas Ethik", [w:] *Hauptschrifte zur Grundlagen der Philosophie*, B. II, Leipzig.
- Leibniz, G.W. [1969], "The Metaphysical Foundations of Mathematics", [w:] L. E. Loemker (red. i przekł.), *Leibniz' Philosophical Papers and Letters*, Reidel, Dordrecht.
- Lewis, D. [1973a], *Counterfactuals*, Blackwell, Oxford.
- Lewis, D. [1973b], "Causation", *Journal of Philosophy*, 70, s. 556 – 567.
- Lewis, D. [1976], "The Paradoxes of Time Travel", *American Philosophical Quarterly*, 13, s. 145-152.
- Lewis, D. [1979], "Counterfactual Dependence and Time's Arrow", *Nous*, 13, s. 455 – 476.
- Mehlberg, H.[1980a], *Time, Causality and the Quantum Theory*, R. S. Cohen (red.), t. 1, D. Reidel, Dordrecht (tom ten zawiera angielski przekład "Essai sur la théorie causale du temps" z lat 1935 – 1937).
- Mehlberg, H. [1980b], *Time, Causality and the Quantum Theory*, R. S. Cohen (red.), t. 2, D. Reidel, Dordrecht, eseje: "Philosophical Interpretations of Quantum Physics", "Laws of

- Nature and Time's Arrow" (zawiera dwie prace z lat 1961, 1969), "The Symmetry of Time and the Branch Hypothesis" [1962].
- Mellor, D. H. [1981], *Real Time*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mellor, D. H. [1998], *Real Time II*, Routledge, London.
- Menzies, P., (2009), "Counterfactual Theories of Causation", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2009 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <http://plato.stanford.edu/archives/fall2009/entries/causation-counterfactual/>.
- Popper, K. R. [1956], „The Arrow of Time”, *Nature*, 177, s. 538.
- Price, H. [1997], *Strzałka czasu i punkt Archimedesesa*, tłum. P. Lewiński, Wydawnictwo Amber.
- Reichenbach, H. [1925], *Kausalstruktur der Welt und der Unterschied vom Vergangenenheit und Zukunft*, München.
- Reichenbach, H. [1956], *The Direction of Time*, M. Reichenbach (red.), University of California Press, Berkeley.
- Reichenbach, H. [1958], *The Philosophy of Space and Time*, Dover Publications (jest to angielskie tłum. *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre* z 1928r.).
- Savitt, S. F. [1996], 'The Direction of Time', *British Journal for the Philosophy of Science* 47, s. 347- 370.
- Sklar, L. [1974], *Space, Time, and Spacetime*, University of California Press, Berkeley.
- Sklar, L. [1981], "Up and Down, Left and Right, Past and Future", *Nous*, 15, s. 111 – 129, [przedruk. w:] L. Sklar, [1985], *Philosophy and Spacetime Physics*, University of California Press, Berkeley, s. 305 - 326.
- Sklar, L. [1993], *Physics and Chance: Philosophical Issues in the Foundations of Statistical Mechanics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Smart, J. J. C. [1969], "Causal Theories of Time", *The Monist*, 53, s. 385 - 395.
- Szumilewicz, I. [1964], *O kierunku upływu czasu*, PWN, Warszawa.
- Tooley, M. [1997], *Time, Tense, and Causation*, Clarendon Press, Oxford.
- Tooley, M. [1996, 2005], "Causation: Metaphysical Issues", *Encyclopedia of Philosophy*, D. M. Borchert (red.), II wyd., Thomson Gale, Detroit, New York.
- Tooley, M. [2005], "Causal Approaches to the Direction of Time", *Encyclopedia of Philosophy*, D. M. Borchert (red.), II wyd., Thomson Gale, Detroit, New York.
- Zeh, H. D. [2001], *The Physical Basis of the Direction of Time*, Springer, Berlin.