

Maciej Raźniak

## Stożkowa terażniejszość a paradoks przyczynowości

**Słowa kluczowe:** *czasoprzestrzeń Minkowskiego, filozofia czasu, filozofia fizyki, ontologia, stożek świetlny, szczególna teoria względności*

### 1. Wstęp

Blisko sześćdziesiąt lat temu Wim Rietdijk (1966) oraz Hilary Putnam (1967) pokazali, że akceptacja szczególnej teorii względności (STW) stawia pod znakiem zapytania sens istnienia terażniejszości. Z rewelacjami Rietdijka i Putnama można polemizować albo podając w wątpliwość kolejne założenia ich argumentacji, albo opowiadając się za inną definicją terażniejszości (współczesności), która zarazem uwzględni wyniki STW oraz nie naraża się na powołany zarzut. Z frapującą próbą urzeczywistnienia tej ostatniej strategii już w kolejnej dekadzie wystąpił William Godfrey-Smith i w artykule *Special Relativity and the Present* (1979) położył fundamenty pod stanowisko, które należy określić mianem *stożkowej koncepcji terażniejszości* (SKT). Od razu zdradźmy, że naczelną zasadą SKT, ogólnie biorąc, głosi, że *terażniejszość danego zdarzenia jest tym, co aktualnie możemy z niego zaobserwować*.

Powyższy pogląd na naturę terażniejszości został przyjęty w literaturze przedmiotu ze sporą rezerwą. Najczęściej jako okoliczność kompromitującą SKT wskazuje się, że skoro zdarzenia należące do terażniejszości stożkowej mogą zostać zaobserwowane, a obserwacja – jak przekonuje fizyka – ma charakter przyczynowy, to również zdarzenia współczesne mogą ze sobą wchodzić w interakcje kauzalne. Sęk w tym, że przywołana definicja terażniej-

szości wydaje się skrajnie nieintuicyjna. Dopuszczalność nazwania przyczyny i skutku oddziaływania na odległość zjawiskami współczesnymi stoi przecież w jawnej kolizji z tym, w jaki sposób pojęcie terażniejszości jest potocznie rozumiane (por. np. Gołosz 2011, s. 116; Przechowski 2014, s. 198). Problem jest tym poważniejszy, że zarzut z *paradoksu przyczynowości* dotyczy nie tylko SKT w jej oryginalnym sformułowaniu, ale też wszystkich możliwych wersji terażniejszości stożkowej. W efekcie jedyną szansą na uniknięcie paradoksu wydaje się całkowite odrzucenie SKT i potępienie leżącej u jej podstaw idei powiązania terażniejszości z obserwowalnością.

Czy tak surowa ocena stożkowej koncepcji terażniejszości jest wystarczająco uzasadniona? Naszym zdaniem, nie. Chociaż nie podzielamy rozwiązania problemu terażniejszości wysuniętego przez Godfrey-Smitha, uważamy, że czynienie SKT zarzutu z narażenia się na paradoks przyczynowości opiera się na wątpliwych podstawach. Dokładniejsza analiza przekonuje, że istnieją przynajmniej dwie strategie zablokowania powyższej argumentacji, które każą spojrzeć na SKT mniej krytycznie. Ich sformułowanie będzie głównym, choć nie jedynym, celem niniejszej pracy.

Stożkowa koncepcja terażniejszości nie była dotąd przedmiotem szerszych badań czy pogłębionej dyskusji w literaturze rodzimej. Tymczasem próba obrony jakiegokolwiek stanowiska filozoficznego nie może się obyć bez uprzedniego wyartykułowania jego najważniejszych tez. Dlatego naszym dalszym celem będzie, po pierwsze, omówienie motywacji stojących za SKT, po drugie, zdefiniowanie fundamentalnych pojęć tej koncepcji ontologicznej, po trzecie zaś, pokazanie różnych wariantów stożkowej terażniejszości.

## 2. Problem terażniejszości

Jak sygnalizowaliśmy we wstępie, punktem wyjścia rozważań Godfrey-Smitha, ostatecznie zakończonych sformułowaniem SKT, była próba rozstrzygnięcia jednego z najpoważniejszych wyzwań współczesnej filozofii fizyki, czyli *problemu terażniejszości*. Niniejszy problem daje się uchwycić rozważając dwa pytania, z których pierwsze – bardziej ogólne – brzmi następująco:

- (P1) Czy wśród przedmiotów postulowanych przez STW możemy znaleźć taki odpowiadający potocznemu wyobrażeniu terażniejszości?

Niestety, pojęcie potocznie wyobrażonej terażniejszości nie jest wystarczająco ostre. Udzielenie zadowalającej odpowiedzi na pytanie (P1) wymaga uprzedniego uściślenia, jaki obraz współczesności posiada przysłowiowy

„człowiek z ulicy”. Toteż w literaturze przedmiotu dość powszechnie zakłada się, iż dobrym przybliżeniem, a zarazem naukową formalizacją intuicyjnie rozumianej terażniejszości jest momentalny przekrój rzeczywistości zdefiniowany na gruncie mechaniki klasycznej (MK)<sup>1</sup>. Założenie to podzielimy i my, co *de facto* oznacza przyjęcie *klasycznej koncepcji terażniejszości* (KKT).

Zatrzymajmy się na chwilę, by zrozumieć, do jakiej wizji współczesności KKT właściwie nas przekonuje. Otóż we wszystkich geometryczno-fizycznych interpretacjach MK (niekiedy nazywanych *klasycznymi teoriami czasoprzestrzeni*) spotykamy relację równoczesności punktów czasoprzestrzeni, którą redukuje się do zgodnego przyporządkowania owym punktom współrzędnych czasowych<sup>2</sup>. Tak zdefiniowana równoczesność jest relacją równoważnościową (zwrotną, symetryczną i przechodnią) oraz absolutną (niezależną od wyboru jakiegokolwiek inercjalnego układu odniesienia), aczkolwiek, mając za argumenty punkty, a nie zdarzenia, nie wiąże ona przedmiotów fizycznych, lecz czasoprzestrzenne. Dopiero gdy do naszej ontologii wprowadzimy zdarzenia punktowe (oznaczane zmiennymi:  $x, y, z, \dots \in S$ ), czyli przedmioty obserwowalne, oddziałujące, ale zarazem zachodzące tylko w jednym punkcie, oraz określimy pojęcie *równoczesności zdarzeń* (symbolicznie:  $R \subseteq S \times S$ ), wówczas momentalny przekrój rzeczywistości będziemy mogli zdefiniować jako:

$$(D1) \quad N_x = \{y \in S: R(x, y)\}^3,$$

co należy czytać w ten sposób, iż  $N_x$  jest zbiorem wszystkich zdarzeń równoczesnych ze zjawiskiem  $x$ . Obecnie wystarczy przyjąć, że to, co w fizyce funkcjonuje pod nazwą momentalnego przekroju lub płaszczyzny jednoczesności, w języku potocznym znane jest jako terażniejszość. Tym samym KKT sprowadza się do uznania, że intuicyjnie rozumianej współczesności zdarzeń odpowiada dobrze zdefiniowany obiekt w mechanice Newtona. Terażniejszość, jak przekonuje koncepcja klasyczna, jest fizyczną zawartością świata, która zachodzi w punktach o tych samych współrzędnych czasowych. Dopóki będziemy się trzymać wypowiedzianego ujęcia współczesności, dopóty zarzut nieostrości, na który narażone jest pojęcie terażniejszości umocowane jedynie w zdrowym rozsądku, pozostanie odsunięty.

<sup>1</sup> Niniejsze założenie obok Putnama (1967, s. 241) i Godfrey-Smitha (1979, s. 237) wprost wyraża m.in. Działek Augustynek (1979, s. 45–49).

<sup>2</sup> Analizę teorii klasycznych przeprowadzają np. Wojciech Koczyński i Andrzej Trautman (1984, s. 36–56), John Earman (1989, s. 27–35) oraz Jerzy Gołosz (2001, s. 17–20).

<sup>3</sup> Zdarzenia i punkty czasoprzestrzeni będziemy rozumieć tu jako pierwotne indywidua teoriomnogościowe (niezbiory). Taki pogląd najbliższy jest stanowisku Newtona zwanemu *dualizmem czasoprzestrzennym* (por. np. Augustynek 1975). Nie stanowi jednak problemu przeniesienie niniejszych rozważań na płaszczyznę jakiejś ontologii monistycznej (np. ewentualnie punktowego bądź punktyzmu), gdy tylko przyjmujemy dodatkowe definicje.

Powróćmy teraz do rozważenia pytania (P1). W tym celu musimy uwzględnić okoliczność, że źródłem sukcesu MK w naukowym uzasadnianiu naszych mniemań o teraźniejszości jest to, iż u podstaw klasycznych teorii czasoprzestrzeni leży założenie absolutności czasu: przeświadczenie o istnieniu uniwersalnego sposobu czasowego uporządkowania punktów i zdarzeń, czyli jakiegoś wyróżnionego inercyjnego układu odniesienia (Einstein 2021, s. 56). Historia fizyki uczy nas natomiast, że owo założenie zostało zakwestionowane na gruncie szczególnej teorii względności Alberta Einsteina.

Doniosłość odkrycia Einsteina polegała na dostrzeżeniu możliwości opisu tych samych zjawisk fizycznych, które obejmuje teoria Newtona, wraz z leżącymi poza MK zjawiskami elektromagnetycznymi, przy pomocy znacznie skromniejszej struktury. Okazuje się, że w geometryczno-fizycznej interpretacji STW, którą jest *teoria czasoprzestrzeni Minkowskiego*, w miejsce dotychczas zajmowane przez czas, przestrzeń oraz inne absolutne składniki teorii wstępuje tylko jedno odwzorowanie: właściwie zdefiniowany iloczyn skalarny<sup>4</sup>. Faktycznie, odnośny iloczyn ma charakter absolutny (niezmienny), chociaż nie określa metryki czasu ani nie definiuje odległości przestrzennych. Służy on wyłącznie wyznaczeniu odległości (interwałów) czasoprzestrzennych. Wyróżniony charakter owej struktury oczywiście nie sprowadza się do tego, że w STW nie można zdefiniować relacji czasowych czy przestrzennych, lecz sprawia, że wymienione stosunki muszą zostać odniesione do pewnego układu inercyjnego. W ten sposób czas i przestrzeń stają się względne.

Tu jednak natrafiamy na komplikację. Skoro bowiem teraźniejszość zwykliśmy definiować przez abstrakcję od absolutnej równoczesności zdarzeń, a takiego pojęcia nie odnajdujemy na gruncie STW, to odpowiedź na pytanie (P1) wydaje się negatywna. W efekcie osiągamy stanowisko w debacie nad problemem teraźniejszości, które w literaturze – obok Rietdijka i Putnama – zajęli Steven Savitt (1998), Claudio Calosi (2014) i Carlo Rovelli (2019).

Niemniej zdecydowana większość autorów negujących możliwość znalezienia w modelu STW czegoś co zastąpiłoby nam współczesność nie zatrzymuje się w tym miejscu. Wręcz przeciwnie, próbują oni swój pogląd umocnić, krytykując koncepcje teraźniejszości wysuwane przez filozofów, którzy na (P1) odpowiadają twierdząco. Pomyślnie rozwiązanie problemu teraźniejszości nie może się przecież zakończyć stwierdzeniem, iż w STW po prostu istnieje przedmiot wychodzący naszym intuicjom naprzeciw. W tym celu należy jeszcze ustosunkować się do drugiego – bardziej technicznego – pytania:

---

<sup>4</sup> Chodzi oczywiście o iloczyn skalarny, a właściwie – iloczyn pseudoskalarny wektorów, dzięki któremu możliwe jest zdefiniowanie metryki Minkowskiego dla punktów (Sokołowski 2023, s. 247).

(P2) Jaki przedmiot postulowany przez STW jest najbliższy potocznie wyobrażanej terażniejszości?<sup>5</sup>

Wiemy już, że żaden spośród obiektów definiowanych w teoriach Einsteina i Minkowskiego nie jest identyczny jakościowo z terażniejszością w jej tradycyjnym rozumieniu. Jedyną podstawą nazwania czegoś relatywistycznym odpowiednikiem współczesności może być okoliczność, iż przedmiot, o którym mowa, dzieli z momentalnym przekrojem rzeczywistości cechę warunkującą bycie terażniejszością. To rodzi kolejne wątpliwości. Narzuca się pytanie, która spośród własności współczesności klasycznej jest relewantna (związana z istotą pojęcia terażniejszości), a które jej cechy są nieistotne (akcydentalne).

Niestety, dotychczas nie udało się wypracować jednej i powszechnie przyjętej odpowiedzi na to pytanie. Bierze się to między innymi stąd, że pojęcie terażniejszości nie jest terminem fizycznym, lecz filozoficznym (por. Przechowski 2014). Jednoznacznego określenia współczesności próżno szukać nawet w mechanice Newtona, do której dopiero *ex post* dodajemy definicję pokroju (D1), by otrzymać KKT. Niepożądanym skutkiem braku rozstrzygnięcia tego problemu jest umowność, by nie powiedzieć – arbitralność, traktowania cech terażniejszości jako istotnych lub nieistotnych. Wyrazem owej dowolności jest zaś fakt, że w literaturze spotykamy wiele konkurencyjnych ontologii współczesności, w których wartościowanie własności zbioru  $N_x$  przebiega w zgoła odmienny sposób. Dla przykładu, *układowa koncepcja terażniejszości*, której zwolennikiem jest Kit Fine (2005), kładzie nacisk na zachowanie równoważnościowego charakteru terażniejszości. Środkiem ku temu jest utrzymanie związku między byciem terażniejszym a byciem równoczesnym, mimo że kończy się to relatywizacją współczesności do układu odniesienia. Z kolei *absolutna koncepcja terażniejszości*, zaproponowana przez Roberta Weingarda (1972), najwyżej w hierarchii własności stawia niezależność terażniejszości od wyboru układu odniesienia, nie dbając o to, że relacją definiującą taki zbiór zdarzeń nie może być jednoczesność ani żadna relacja równoważnościowa. Napięcie między owymi poglądami widać gołym okiem. Znalezienie rozstrzygnięcia pytania (P2) satysfakcjonującego wszystkich, jeśli w ogóle możliwe, nie jest zadaniem prostym.

Być może jednak rozwiązanie problemu jest na wyciągnięcie ręki, a dotychczasowe potknięcia brały się z poszukiwania cechy warunkującej bycie terażniejszością wśród atrybutów, których bezpośrednio dotyczyła rewolucja relatywistyczna. Skupiając się na tym, czy kwalifikacja zdarzeń jako współczesnych zależy od wyboru układu, zapomnieliśmy, że bycie zjawiskiem terażniejszym w klasycznym i najbliższym nam sensie oznacza, iż odnośne

---

<sup>5</sup> Podobnie brzmiące pytanie formułują we wspólnym artykule Cody Gilmore, Damiano Costa i Claudio Calosi (2016).

zjawisko poddaje się natychmiastowej obserwacji. Z taką właśnie propozycją odpowiedzi, będącą przypomnieniem zdroworozsądkowego skojarzenia terażniejszości z obserwowalnością, występuje Godfrey-Smith.

### 3. Szczególna teoria względności a obserwowalność

Podstawowym przekonaniem leżącym u podstaw SKT jest *teza o obserwowalności terażniejszości*. Owa teza głosi, że współczesnością zdarzenia jest wyłącznie część rzeczywistości, która aktualnie może być z niego, a właściwie – z miejsca jego położenia, optycznie zarejestrowana. Obserwowalność rozumie się przy tym nomologicznie. Mówiąc o obserwowalności zdarzeń, stwierdzamy, że prawa przyrody zezwalają człowiekowi na ich spostrzeżenie albo za pomocą receptorów (bezpośrednio), albo z użyciem narzędzi wzmacniających istniejące receptory (pośrednio)<sup>6</sup>. Gdy zaś prawa blokują możliwość optycznego poznania jakiegoś zjawiska, owo zdarzenie musimy uznać za nieterażniejsze, czyli przeszłe lub przyszłe. W ten sposób SKT postuluje redukcję klasyfikacji zdarzeń na terażniejsze i nieterażniejsze do ich, jak się okazuje, bardziej pierwotnego podziału na obserwowalne i nieobserwowalne.

Powyższe rozróżnienie niewiele jednak tłumaczy, jeżeli nie idzie za nim uznanie *kauzalnej teorii postrzeżenia*. Ogólnie biorąc, teoria owa głosi, że obserwacja przedmiotu zakłada jego fizyczne oddziaływanie na receptory obserwatora, a podstawą całej naszej wiedzy o świecie zewnętrznym są relacje przyczynowe (Augustynek 1996, s. 207). Mimo różnic, jakie mogą zachodzić między obserwacją zdarzeń a ich synchronizacją lub inną interakcją przyczynową, kauzalna teoria postrzeżenia przekonuje, że wymienione relacje ostatecznie redukują się do oddziaływań fizycznych. Niezależnie bowiem, czy sygnał ma dostarczyć obserwatorowi informacji o świecie zewnętrznym, czy ma on tylko służyć uzgodnieniu wyników zegarów, rządzą nim te same prawa przyrody. Warto podkreślić, że takie podejście dobrze sprawdza się w przypadku STW. Chociaż fizyka relatywistyczna, w swoim zwykłym wyśłowieniu, nie odnosi się bezpośrednio do obserwowalności zjawisk, teoria Einsteina bardzo dokładnie reguluje kwestie synchronizacji czasu zachodzenia zdarzeń oraz definicji relacji czasowych, w których fundamentalną rolę pełnią oddziaływania elektromagnetyczne (światłne). Dlatego dalej będziemy zakładać, że obserwacja zdarzeń ma charakter przyczynowy, a wręcz – sygnałowy.

---

<sup>6</sup> Odnotujmy, że w filozofii nauki trwa dyskusja, czy obserwowalność należy interpretować wąsko (postrzeżenie może być tylko bezpośrednie), czy też szeroko (postrzeżenie może być zarówno bezpośrednie, jak i pośrednie) (por. np. Czarnocka 1986, s. 33–37; Augustynek 1996, s. 205–206; Carnap 2000, s. 226–231).

Przejdźmy do rzeczy. Najprostszym przypadkiem obserwacji zdarzeń, który dopuszcza STW, jest bezpośrednio uzgodnienie czasu ich zajścia. Mowa oczywiście o bezpośredniej synchronizacji (Sklar 1974, s. 277). Dochodzi do niej, gdy oba zdarzenia, których dojście do skutku zarejestrowały zegary przypisane różnym układom, zachodzą w tym samym punkcie czasoprzestrzeni, czyli gdy łączy je relacja *koincydencji* (symbolicznie:  $K \subseteq S \times S$ ). Wówczas emisja sygnału następuje dokładnie w chwili i miejscu jego odebrania. Gdy obecnie przypomnimy sobie o sygnałowym charakterze obserwacji, dojdziemy do wniosku, że obserwator rejestruje badane zdarzenie natychmiast. Ponieważ jednak koincydencja jest relacją symetryczną, nie można wykluczyć, że zjawisko uczestniczące w procesie obserwacji również jest przedmiotem bezpośredniego i natychmiastowego spostrzeżenia. Tak więc koincydencja zdarzenia  $x$  z jakimś innym zjawiskiem  $y$  oznacza zarówno możliwość obserwacji  $y$ -a z pozycji  $x$ -a, jak i bycie przez  $x$  obserwowalnym z punktu  $y$ -a.

Sprawa komplikuje się nieco, gdy przedmiot spostrzeżenia od obserwatora dzieli pewna odległość przestrzenna. Dodatkowym czynnikiem, który musimy wtedy uwzględnić, jest postulowana przez STW skończona, stała i zachowana w każdym układzie prędkość oddziaływań elektromagnetycznych wynosząca  $c \approx 300\,000$  [km/s]<sup>7</sup>. Przede wszystkim należy zauważyć, że zasada stałej prędkości światła odczytana w związku z kauzalną teorią postrzeżenia otwiera możliwość powołania się na absolutność prędkości  $c$  także w wypadku obserwacji zdarzeń. Wniosek jest prosty: jeżeli wiemy, jaką odległość przestrzenną pokonał sygnał, jesteśmy w stanie obliczyć czas dzielący zdarzenie obserwowane od jego zarejestrowania (Ugarow 1985, s. 34–35). Abstrahując od dokładnej wartości odnośnego odstępu czasu, mówimy wtedy, że badane zdarzenie jest *wcześniejsze zerowo* w stosunku do zdarzenia polegającego na rejestracji (formalnie:  $W_0 \subseteq S \times S$ ), lub stwierdzamy, iż rejestracja zjawiska jest *późniejsze zerowo* względem jego zajścia (dalej:  $P_0 \subseteq S \times S$ ). Ostatecznie więc być zdarzeniem  $x$  wcześniejszym zerowo wobec innego zdarzenia  $y$  znaczy tyle, co być obserwowalnym z pozycji  $y$ -a (podlegać rejestracji), natomiast być  $x$ -em późniejszym zerowo względem  $y$ -a to tyle, co móc obserwować  $y$ -a z lokalizacji  $x$ -a (nadawać się do przeprowadzenia rejestracji).

Ponieważ z relacji  $K$ ,  $W_0$  oraz  $P_0$  będziemy jeszcze często korzystać, wypada – choćby pobieżnie – przywołać ich formalne definicje. Jeżeli chodzi o relację koincydencji zdarzeń, to najprościej daje się ją zdefiniować jako zachodzenie owych zdarzeń w tym samym punkcie czasoprzestrzeni. Przyjmując, że  $Z \subseteq S \times M$  jest pierwotną, rozumianą po newtonowsku relacją *zacho-*

<sup>7</sup> Postulat stałości prędkości światła, na którym opieramy definicje sygnałowe, wprost głosi, że „każdy promień światła rozchodzi się w układzie ze stałą prędkością, niezależnie od tego, czy jest emitowany przez ciało będące w spoczynku czy w ruchu” (Einstein 2005, s. 125).

dzenia zdarzeń w punktach, zaś punkty zgodzimy się oznaczać przez zmienne:  $p, q, r, \dots \in M$ , możemy definicję koincydencji wyrazić następująco:

$$(D2) \quad \forall x, y \{K(x, y) \equiv \exists p, q [Z(x, p) \wedge Z(y, q) \wedge p = q]\}.$$

Nieporównywalnie trudniejsze okazuje się określenie stosunków zerowej wcześniejszości i późniejszości. Definicje wyraźne  $W_0$  i  $P_0$  musiałyby angażować bardziej zaawansowane pojęcia ze słownika czasoprzestrzeni Minkowskiego, dlatego poprzestaniemy jedynie na sygnałowym i warunkowym scharakteryzowaniu tychże relacji. Mianowicie warunkiem połączenia zdarzeń relacją zerowej wcześniejszości lub późniejszości jest emisja (wraz z zaistnieniem owych zdarzeń) sygnałów świetlnych, do której zamierzamy się odnosić za pośrednictwem predykatu  $F_c$ . Natomiast w definiensie, wykorzystując trójargumentową relację *spotkania emitowanych ze zdarzeń sygnałów w punkcie* (symbolicznie:  $Q \subseteq (S \times S) \times M$ ), odwołujemy się do faktu, że sygnał wysłany wraz ze zdarzeniem  $x$  osiąga późniejsze zerowo zdarzenie  $y$ , gdy z  $y$ -a dopiero emitowany jest drugi sygnał<sup>8</sup>. Toteż parę zjawisk polegających na odebraniu jednego sygnału i emisji drugiego w danym punkcie wolno również zinterpretować jako odbicie tej samej wiązki. Formalnie:

$$(D3) \quad \forall x, y \forall p, q \{[Z(x, p) \wedge Z(y, q) \wedge F_c(x) \wedge F_c(y)] \rightarrow \{W_0(x, y) \equiv \exists r [Q(x, y, r) \wedge q = r]\}\}.$$

Ponieważ relacja  $P_0$  jest konwersem  $W_0$ , sygnałowe określenie późniejszości zerowej wygląda ładząco podobnie. Definicja  $P_0$  różni się w stosunku do (D3) jedynie punktem spotkania obu sygnałów (jest nim punkt  $p$ , a nie  $q$ ):

$$(D4) \quad \forall x, y \forall p, q \{[Z(x, p) \wedge Z(y, q) \wedge F_c(x) \wedge F_c(y)] \rightarrow \{P_0(x, y) \equiv \exists r [Q(x, y, r) \wedge p = r]\}\}.$$

Skoro definicje koincydencji, zerowej wcześniejszości i zerowej późniejszości są już znane, odnotujmy, że wymienione stosunki razem wyczerpują wszystkie możliwości obserwacji zjawisk. Sumą relacji  $K$ ,  $W_0$  i  $P_0$  jest związek, który w literaturze określa się mianem *interwału zerowego* (w skrócie:  $Int_0 \subseteq S \times S$ ) i który łączy jedynie zdarzenia dające się połączyć oddziaływaniami poruszającymi się z prędkością światła:

$$(D5) \quad \forall x, y \{Int_0(x, y) \equiv W_0(x, y) \vee K(x, y) \vee P_0(x, y)\}.$$

---

<sup>8</sup> Definicje względnej i absolutnej równoczesności oparte na podobnych założeniach sformułowaliśmy przy innej okazji (Raźniak 2023, s. 45–49).



Gwoli uzupełnienia wypada dodać, że interwały zerowe najczęściej przeciwstawia się interwałom czasopodobnym i przestrzennopodobnym, z których te pierwsze opisują zdarzenia dające się połączyć oddziaływaniami nieosiągającymi prędkości  $c$ , natomiast drugie odpowiadają zdarzeniom, których nie sposób związać żadnym stosunkiem przyczynowym nieprzekraczającym  $c$  (por. m.in. Ugarow 1985, s. 77; Sokołowski 2023, s. 77–80).

Jednak z punktu widzenia naszych rozważań największe znaczenie mają interwały zerowe, a właściwie – przedmiot definiowany przy ich pomocy. Chodzi oczywiście o zbiór wszystkich zdarzeń, które stoją wobec określonego zjawiska w relacji interwału zerowego, mianowicie *powierzchnię stożka świetlnego*. Przywołajmy jego formalną definicję:

$$(D6) \quad C_x = \{y \in S: Int_0(x, y)\}.$$

Powyższej definicji odpowiada następująca charakterystyka obserwacyjna. Należać do powierzchni stożka zdarzenia  $x$  znaczy tyle, co (a) być z lokalizacji  $x$ -a obserwowalnym, (b) móc  $x$ -a obserwować lub (c) łączyć w sobie obie te możliwości. Do takiego rozumienia obserwowalności zdarzeń przekonuje nas fizyka relatywistyczna. Dlatego wypowiedziana wcześniej teza o obserwowalności terazniejszości, o ile okaże się wystarczająco uzasadniona, by ją przyjąć, każe sądzić, że przedmiotem STW najbliższym współczesności w jej klasycznym rozumieniu jest powierzchnia stożka lub jakaś jej część.

#### 4. Wersje stożkowej terazniejszości

Zdążyliśmy już zasygnalizować, że stożkowa koncepcja terazniejszości nie jest monolitem. Różne są zapatrywania, który fragment powierzchni stożka jest terazniejszością, bo rozmaite są interpretacje obserwowalności zdarzeń. To prawda, że współczesne jest to, co aktualnie daje się spostrzec, ale jak należy to rozumieć? Czy mamy również na myśli zdarzenia, których nie jesteśmy w stanie zaobserwować, choć z ich lokalizacji możliwe jest zaobserwowanie nas? Czy wszystkie części powierzchni stożka powinniśmy traktować w ten sam sposób? Postawione pytania mają przynajmniej dwie odpowiedzi, za którymi kryją się wersje SKT zwane wariantami ( $\alpha$ ) dolnej oraz ( $\beta$ ) całkowitej powierzchni stożka.

Według pierwszego poglądu – reprezentowanego przez Godfrey-Smitha (1979), ale również Fabiena Besnarda (2012) – tezę o obserwowalności terazniejszości powinniśmy rozumieć literalnie. Współczesnością zdarzenia  $x$  nazywamy jedynie te fragmenty rzeczywistości, które z  $x$ -em dzielą położenie lub które z pozycji  $x$ -a po prostu dają się spostrzec. Nietrudno wobec tego zau-

ważać, że terażniejszość stożkowa w sensie Godfrey-Smitha jest zbiorem zdarzeń albo koincydujących, albo wcześniejszych zerowo:

$$(D7) \quad N_{S_x}^\alpha = \{y \in S: K(x, y) \vee W_0(y, x)\},$$

co równie dobrze daje się wyrazić związkami:  $N_{S_x}^\alpha \subseteq C_x$ . Mówimy wtedy, że terażniejszość zdarzenia  $x$  jest dolną częścią powierzchni stożka wraz ze zjawiskami koincydującymi z  $x$ -em, przeszłość to część świata, której składniki mogły wpłynąć na zdarzenie  $x$  relacjami nieosiągającymi prędkości światła, natomiast resztę rzeczywistości utożsamiamy z przyszłością  $x$ -a.

Inaczej na sprawę zapatruje się Mark Hinchliff (2000). Jego zdaniem postawienie relacji  $W_0$  przed  $P_0$  jest nieuzasadnione, gdyż cechą czasu i przestrzeni w fizyce relatywistycznej nie jest anizotropowość, lecz izotropowość. Faktycznie, orientacja czasowa stożka nie ma żadnej podstawy w prawach STW, ale zależy wyłącznie od warunków brzegowych, jest wypadkową tego, co aktualnie chcemy przewidzieć lub udowodnić równaniami teorii (Kopczyński, Trautman 1984, s. 87). Dlatego zwolennicy drugiego wariantu SKT są zdania, że terażniejszość zdarzenia  $x$  jest zbiorem zjawisk, po pierwsze, obserwowalnych z pozycji  $x$ -a, po drugie, potencjalnie polegających na spostrzeżeniu  $x$ -a, po trzecie zaś, tych, z których obie aktywności można realizować łącznie. Współczesność stożkowa w stylizacji Hinchliffa jest mnogością zdarzeń albo wcześniejszych zerowo, albo późniejszych zerowo, albo koincydujących. Określona w ten sposób terażniejszość zajmuje całą przestrzeń oddziaływań elektromagnetycznych, jest klasą zjawisk opisanych interwałem zerowym:

$$(D8) \quad N_{S_x}^\beta = \{y \in S: Int_0(x, y)\},$$

co sprawia, że pokrywa się ona z powierzchnią stożka:  $N_{S_x}^\beta = C_x$ . W tym świetle przeszłością zdarzenia  $x$  najrozsądniej będzie nazwać zbiór zjawisk które z prędkością podświetlną mogły wpłynąć na  $x$ -a, zaś przyszłością tego samego zdarzenia – zbiór potencjalnych podświetlnych skutków  $x$ -a. Poza podziałem świata fizycznego na przeszłość, terażniejszość, przyszłość znajdują się natomiast zjawiska, które nie mają prawa wejść w interakcję kauzalną z  $x$ -em, jeżeli owa interakcja nie ma być szybsza niż światło. Mowa tutaj o zdarzeniach odseparowanych przestrzennopodobnie.

Rzecz jasna, na tym katalog możliwych interpretacji tezy o obserwowalności terażniejszości się nie kończy. Choć nie jest nam znany żaden zwolennik SKT wykraczający poza propozycje zgłoszone przez Godfrey-Smitha i Hinchliffa, potrafimy sobie wyobrazić filozofa sięgającego po jedną z hipotetycznych alternatyw dla  $(\alpha)$  i  $(\beta)$ . Do tych ostatnich zaliczylibyśmy przede wszystkim warianty  $(\gamma)$  górnej,  $(\delta)$  bezpunktowej dolnej lub  $(\varepsilon)$  bezpunktowej

dolnej i górnej powierzchni stożka<sup>9</sup>. Definicje współczesności w ich obrębie wyglądałyby następująco:

$$(D9) \quad N_{S_x}^\gamma = \{y \in S: K(x, y) \vee P_0(y, x)\},$$

$$(D10) \quad N_{S_x}^\delta = \{y \in S: W_0(y, x)\},$$

$$(D11) \quad N_{S_x}^\varepsilon = \{y \in S: W_0(y, x) \vee P_0(y, x)\}.$$

Wywołane odmiany SKT mają przynajmniej jeden punkt wspólny: są częściami, właściwymi lub niewłaściwymi, powierzchni stożka świetlnego. Aczkolwiek po głębszej analizie trzeba przyznać, że nie wszystkie interpretacje tezy o obserwowalności terażniejszości wolno uznać za wersje SKT. Jeżeli bowiem zgodzimy się z Howardem Steinem (1968), że terażniejszość jest jedynie tym, co nadaje się zarówno do zaobserwowania, jak i bycia zaobserwowanym, wówczas okaże się, że wszystkie zdarzenia współczesne ze sobą koincydują:

$$(D12) \quad Np_x = \{y \in S: K(x, y)\}.$$

W czym leży problem? Otóż zdefiniowaną wyżej terażniejszość należy zakwalifikować jako przypadek zdegenerowany SKT, który w rzeczywistości jest odmianą *punktowej koncepcji terażniejszości*, stanowiska głoszącego, iż wszystkie zjawiska współczesne zachodzą w tym samym punkcie (Raźniak 2023).

Dokładne omówienie poszczególnych wersji SKT przekraczałoby objętość niniejszego artykułu. Dlatego ograniczymy się do zrekonstruowania ogólnego schematu tej ontologii, który ostatecznie wyświetli nam jej perspektywę i ograniczenia. Ideę stojącą za SKT można podsumować, mówiąc, że *terażniejszością stożkową* (dalej:  $N_{S_x}$ ) jest *każdy zbiór zdarzeń będący powierzchnią stożka lub jakąś jego niepunktową częścią*. Wyrazem tej prawidłowości może być poniższy związek (zachodzący dla jakiegokolwiek zdarzenia  $x \in S$ ), w którym terażniejszość punktowa jest swoistą „dolną granicą” stanowisk stożkowych:

$$(*) \quad Np_x \subsetneq N_{S_x} \subseteq C_x.$$

Kończąc omówienie motywacji stojących za przyjęciem koncepcji stożkowej i głównych odmian tego poglądu, pragniemy zwrócić uwagę na trzy okoliczności zdecydowanie wyróżniające SKT na tle propozycji Fine’a, Weingarda czy Steina. Po pierwsze, terażniejszość stożkowa we wszystkich swych wariantach ma charakter absolutny, jest niezależna od jakiegokolwiek układu. Po drugie, żadna z forsowanych odmian terażniejszości stożkowej nie ograni-

<sup>9</sup> Należy jednak przyznać, że ( $\gamma$ ) wyróżnia się na tle ( $\delta$ ) i ( $\varepsilon$ ) tym, iż możliwość takiej ontologii (choć z pominięciem jej analizy) została w literaturze odnotowana (zob. Gilmore, Costa, Calosi 2016).

cza się do zawartości pojedynczego punktu czasoprzestrzeni, co chroni SKT przed zarzutem „solipsyzmu”, który ciąży nad koncepcją punktową. Po trzecie, ponieważ fizyka klasyczna i fizyka relatywistyczna są teoriami częściowo ze sobą korespondującymi, można łatwo wykazać, że zbiory  $N_{s_x^\alpha}$  i  $N_x$  okazują się tożsame w obliczu przejścia:  $c \rightarrow \infty$  (Clifton, Hogarth 1995, s. 364). Innymi słowy, jeżeli prędkość światła w próżni uznamy za nieskończenie wielką, wówczas równania STW będą implikować prawa MK, co doprowadzi do stanu, w którym terażniejszość w sensie Godfrey-Smitha stanie się nieodróżnialna od terażniejszości w rozumieniu klasycznym.

Biorąc to wszystko razem, uświadamiamy sobie, że SKT pozwala zachować wiele cech współczesności, do których przyzwyczajają nas KKT. Można wręcz ulec wrażeniu, że jedna z odmian niniejszego poglądu musi być właściwą odpowiedzią na pytanie (P2), a problem terażniejszości – wbrew pesymistycznym diagnozom Rietdijka i Putnama – udaje się rozstrzygnąć.

## 5. Zarzut z paradoksu przyczynowości

Rzecz w tym, że takie spojrzenie na SKT może się wydać niemiarodajne. To, że stożkowa terażniejszość zachowuje intuicje dotyczące obserwowalności zdarzeń współczesnych, zostało przez nas pokazane. Dotychczas jednak abstrahowaliśmy od tego, jak SKT odnosi się do przyczynowości rozumianej szerzej niż tylko obserwowalność. Tymczasem krąg przedmiotów oddziałujących wykracza poza krąg przedmiotów poddających się spostrzeżeniu (Augustynek 1996, s. 207). Dlatego zanim zgodzimy się uznać SKT za rozstrzygnięcie pytania (P2), musimy się upewnić, czy zaprezentowane podejście do terażniejszości nie popada przypadkiem w sprzeczność z jej potocznym ujęciem, gdy chodzi o status oddziaływań między zdarzeniami współczesnymi. Zdaniem większości autorów do takiej sprzeczności rzeczywiście dochodzi.

Zacznijmy jednak od początku, czyli od wyartykułowania intuicji kojarzonych z pojęciem terażniejszości. Otóż w powszechnym odczuciu nie do pomyślenia jest sytuacja, w której przyczyna i skutek zachodzą „teraz”. Przyczyna, jak się wydaje, zawsze poprzedza skutek, zaś skutek jest czasowym następstwem przyczyny. Koncepcja terażniejszości (dalej: KT), która nie czyni temu przekonaniu zadość, stoi w kolizji ze zdrowym rozsądkiem, naraża się na to, co zwiemy paradoksem przyczynowości. Mówiąc dokładniej, milcząco zakładamy, że:

- (1) Dowolna KT dopuszczająca istnienie oddziaływań między zdarzeniami współczesnymi jest niezgodna z potocznym wyobrażeniem terażniejszości [założenie].

Co dokładnie znaczy oświadczenie, że jakaś KT jest „niezgodna z potocznym wyobrażeniem terażniejszości”? Powiedzieliśmy już, że pojęcie potocznego wyobrażenia współczesności nie jest wystarczająco jasne. Dlatego przyjęliśmy, że dobrą formalizacją naszych intuicji jest momentalny przekrój rzeczywistości zdefiniowany w (D1). Ponieważ nic nie stoi na przeszkodzie, by odnośną konwencję utrzymać w mocy, twierdzimy dalej, że:

- (2) Dla dowolnej KT jest tak, że jeśli KT jest niezgodna z potocznym wyobrażeniem terażniejszości, to własności współczesności postulowane przez KT i KKT są sprzeczne [założenie].

Skoro powszechne, zdroworozsądkowe wyobrażenie terażniejszości znajduje oparcie w KKT, mamy podstawy sądzić, że dotyczy to również akauzalnego charakteru współczesności. Istotnie, wiele zjawisk, które obserwujemy gołym okiem i których dojście do skutku wyjaśniamy prawami MK, ma swoje przyczyny we wcześniejszych płaszczyznach jednoczesności. Możemy więc chyba uznać, że warunkiem zachowania owych intuicji przez jakąkolwiek koncepcję terażniejszości staje się implikacja:

- (3) Dla dowolnej KT jest tak, że jeśli KT dopuszcza istnienie oddziaływań między zdarzeniami terażniejszymi, to własności współczesności postulowane przez KT i KKT są sprzeczne [tranzytywność: (1), (2)].

Powstaje obecnie pytanie, jak w obliczu (3) wypada ocenić znane nam próby rozstrzygnięcia problemu terażniejszości. Z oczywistych względów na sprzeczność z koncepcją klasyczną nie narażają się poglądy zakładające układowy bądź punktowy charakter współczesności. Niestety, tego samego nie można powiedzieć o stanowiskach definiujących terażniejszość absolutnie, ale także, co ma dla nas największe znaczenie, stożkowo. Problemem okazuje się to, w czym pierwotnie widzieliśmy największą siłę SKT, mianowicie obserwowalność terażniejszości, a właściwie – kauzalny charakter owej obserwowalności.

Wyłóżmy sprawę nieco dokładniej. Podstawową zasadą, która rządzi oddziaływaniami przewidywanymi przez STW, jest *postulat przyczynowości*. Rzeczony postulat głosi, że zdarzenia połączone relacją kauzalną muszą być opisane interwałem zerowym bądź czasopodobnym, co implikuje, że przyczyna oddziaływania jest każdorazowo wcześniejsza zerowo lub niezerowo od skutku<sup>10</sup>. Mając na uwadze zadanie pracy, interesuje nas wyłącznie pierwsza możliwość: sytuacja, gdy jakieś oddziaływanie o prędkości światłnej pociąga

---

<sup>10</sup> Postulat przyczynowości wprost stwierdza, że: „jeśli  $x$  jest przyczyną  $y$ , to  $x$  jest (absolutnie) wcześniej od  $y$ ” (Augustynek 1991, s. 100). Wypada podkreślić, że nie należy go mylić z *zasadą przyczynowości*, która głosi, że każde zdarzenie ma przyczynę lub skutek. Więcej

zerową wcześniejszość przyczyny sygnału (emisji) względem jego skutku (odbioru). Ponieważ STW zaświadcza o istnieniu przynajmniej jednego stosunku tego rodzaju – relacji oddziaływania elektromagnetycznego – postulat przyczynowości sygnałów świetlnych daje się wyrazić założeniem:

$$(Z1) \quad \forall x \{F_c(x) \rightarrow \exists y [W_0(x, y) \wedge G_c(y)]\},$$

które głosi, że jeśli zdarzenie  $x$  polega na emisji sygnału świetlnego, to istnieje także zdarzenie  $y$ , które polega na odebraniu tego samego sygnału (symbolicznie:  $G_c$ ), zaś jego wysyłka jest wcześniejsza zerowo od rejestracji<sup>11</sup>.

Przyjęcie powyższego postulatu prowadzi jednak do paradoksalnych konsekwencji w obrębie poglądu stożkowego, i to w każdym jego wariancie. Tytułem przykładu, jeśli zgodzimy się z Godfrey-Smithem, że terażniejszością zdarzenia  $x$  jest zbiór  $Ns_x^\alpha$ , który angażuje pojęcie zerowej wcześniejszości, to w obliczu założenia (Z1) i definicji (D7) otrzymamy twierdzenie:

$$(T1) \quad \forall x \{F_c(x) \rightarrow \exists y [x \in Ns_y^\alpha \wedge G_c(y)]\},$$

według którego jeżeli  $x$  jest przyczyną (elektromagnetyczną)  $y$ -a, to  $x$  jest stożkowo terażniejsze względem zdarzenia  $y$  w rozumieniu ( $\alpha$ ). Udowodnienie, że do przyjęcia podobnych, równie kłopotliwych konsekwencji zobowiązują nas pozostałe wersje SKT, nie nastęrcza trudności. Dlatego wątpliwości nie powinno budzić, że:

- (4) SKT dopuszcza istnienie oddziaływań między zdarzeniami terażniejszymi i tym samym jest teorią paradoksalną [założenie].

Paradoksalność (T1) oraz wszystkich pokrewnych mu twierdzeń wyraża się w tym, że według owych tez do emisji oraz odebrania sygnału może dojść „teraz”, nawet gdy zdarzenia dzieli ogromna odległość zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Sugestywny wydaje się zwłaszcza komentarz Savitta (1998, s. 566), że według SKT źródło promieniowania tła, będącego pozostałością po wczesnych etapach ewolucji Wszechświata, okazuje się zdarzeniem terażniejszym dla współczesnych obserwatorów<sup>12</sup>. Przywołana konsekwencja jest tak szokująca, że dla wielu badaczy jedyną rozsądną opcją wydaje się odrzucenie

---

w sprawie zasady przyczynowości i jej znaczenia we współczesnej fizyce: zob. Gawecki 1969, s. 17–20.

<sup>11</sup> Założenie (Z1) wolno równoważnie wyrazić implikacją:  $\forall x \{G_c(x) \rightarrow \exists y [P_0(x, y) \wedge F_c(y)]\}$ , która stwierdza, że jeśli  $x$  jest rejestracją sygnału, to istnieje zdarzenie  $y$ , które polega na jego emisji, i  $x$  jest późniejsze zerowo od  $y$ -a.

<sup>12</sup> Odpowiedź na ten zarzut formułuje Hinchliff (2000, s. 581), którego zdaniem siła paradoksu wynika głównie z przykładu dobranej przez Savitta.

twierdzeń rodzaju (T1) wraz z prowadzącą do nich ontologią terażniejszości. Dotyczy to oczywiście SKT w dowolnej odmianie.

Nie dziwi zatem okoliczność, że przesłanki (3) i (4) prowadzą nas do poniższego wniosku:

- (5) Własności terażniejszości postulowane przez SKT i KKT są sprzeczne [*modus ponens*: (3), (4)].

Jednakże dopiero z twierdzeń (2) i (5) otrzymujemy ostateczną konkluzję rozumowania. Przekonuje ona, że skoro SKT nie zachowuje akauzalnego charakteru terażniejszości, a taką właśnie cechę ma współczesność w sensie klasycznym, to jest faktem, iż:

- (6) SKT jest niezgodna z powszechnym wyobrażeniem terażniejszości [*modus ponens*: (2), (5)].

Ostateczny bilans przedstawionego zarzutu nie jest więc dla poglądu stożkowego korzystny, a wręcz kompromituje SKT jako ewentualne rozwiązanie problemu terażniejszości. Stożkowego podejścia do terażniejszości nie daje się pogodzić z tym, co o współczesności podpowiada nam zdrowy rozsądek i w czym dodatkowo utwierdza nas mechanika Newtona. Taka przynajmniej ocena powyższego rozumowania dominuje w filozofii fizyki; ocena – co pragniemy lojalnie zaznaczyć – której nie jesteśmy w stanie zaakceptować.

## 6. Strategie oddalania zarzutu

Zgodnie z wcześniejszymi deklaracjami uważamy, że zarzut z paradoksu przyczynowości nie jest dość silny, by całkowicie odrzucić SKT. Owszem, przywołana krytyka jest interesująca, gdyż świadczy o poważnym napięciu między zdroworozsądkowymi zapatrywaniami, z jednej strony, na obserwowalność zdarzeń terażniejszych, z drugiej zaś, na zdolność owych zdarzeń do wejścia w interakcje przyczynowe. Jednakże, jak wszystkie ciekawe argumenty filozoficzne, odnośny zarzut opiera się na wątpliwych podstawach, przyjmuje założenia, których – gdyby się nad nimi poważnie zastanowić – nie przyjąłobyśmy tak chętnie, jak by sobie tego życzył przeciwnik SKT. W niniejszym paragrafie przyjrzymy się krytycznie jednemu takiemu założeniu i jego możliwej modyfikacji, co znajdzie wyraz w dwóch strategiach oddalania zarzutu.

### 6.1. Strategia pierwsza – przyczynowość momentalna

Przekonaaliśmy się, że zarzut z paradoksu przyczynowości jest rozumowaniem, którego struktura wygląda następująco. Wychodzimy od uznania intuicyjnej zasady wykluczającej przyczynowość zjawisk współczesnych, aby – w obliczu przyzwolenia teorii stożkowej, by czasem trwania niektórych oddziaływań było „teraz” – skonkludować, że SKT nie czyni zadość potocznemu wrażeniu terażniejszości. Punktem ciężkości wywodu, czego nie powinniśmy tracić z oczu, jest stwierdzenie sprzeczności ustaleń SKT i KKT, gdy idzie o status oddziaływań łączących zdarzenia współczesne. W innym wypadku koncepcji stożkowej trudno byłoby zarzucić cokolwiek ponad niezgodność z mglistymi wyobrażeniami terażniejszości, dla których jedyną instancją jest zdrowy rozsądek. To zaś odzierałoby omawiany zarzut z uzasadnienia fizykalnego.

Rzecz w tym, że podniesiony zarzut jest faktycznie nieuzasadniony fizykalnie. Chwila namysłu wystarczy, by przekonać się, że krytyka SKT nie może liczyć na nic więcej niż owe nieostre intuicje, a już na pewno nie znajduje ona oparcia w MK. Nie jest bowiem prawdą, iż klasycznie rozumiana terażniejszość wyklucza możliwość oddziaływania na odległość między jej elementami. Fizyka klasyczna, leżąca u podstaw KKT, dostarcza wielu przykładów wykorzystania *sygnałów momentalnych*. Wystarczy wspomnieć chociażby o nieskończeniu szybkim rejestrowaniu czasu następowania zdarzeń oraz natychmiastowym przekazywaniu wzajemnych oddziaływań pomiędzy ciałami (Ugarow 1985, s. 17–18). Ponadto ewentualne uwzględnienie w MK zjawisk grawitacyjnych miałoby ten skutek, iż do oddziaływań momentalnych należałoby zaliczyć także siłę ciężenia. Mechanika Newtona – podkreślmy wyraźnie – nie dość, że nie przewiduje żadnego odpowiednika (Z1), to wprost postuluje istnienie nieskończenie szybkich sygnałów, oddziaływań, w których przyczyna i skutek są zdarzeniami absolutnie równoczesnymi. Postulat przyczynowości momentalnej, który wyraża się w założeniu:

$$(Z2) \quad \exists x, y [R(x, y) \wedge F_{\infty}(y) \wedge G_{\infty}(y)],$$

głosi, że istnieją przynajmniej dwa zdarzenia  $x$  i  $y$  równoczesne w rozumieniu MK, z których  $x$  jest źródłem (formalnie:  $F_{\infty}$ ), a  $y$  – rejestracją (symbolicznie:  $G_{\infty}$ ) natychmiastowego sygnału.

Okoliczność, że fizyka klasyczna zakłada istnienie równoczesnych przyczyn i skutków, jest dla zarzutu z paradoksu przyczynowości druzgocąca. Można tego dowieść, pokazując, że na rzeczony zarzut – w jego obecnym sformułowaniu – naraża się także klasyczna koncepcja terażniejszości, co ostatecznie sprowadza wywód do absurdu. W tym celu znów przyjmijmy, że niezgodny z potocznym wyobrażeniem terażniejszości jest pogląd przewidujący możliwość oddziaływania między zdarzeniami zachodzącymi „teraz”. Załóżmy dalej,



że intuicyjnie rozumiana współczesność jest równoważna KKT. Tym samym *de facto* przyjmujemy wcześniejsze przesłanki (1) i (2) oraz osiągamy (3). Mamy więc podstawy sądzić, że MK czyni zadość czemuś na kształt postulatu przyczynowości, który spotykamy w STW. Na tym etapie wręcz oczekujemy, że konkluzją wywodu będzie trywialne stwierdzenie zgodności własności terażniejszości klasycznej i płaszczyzny jednoczesności.

Do tego ostatecznie nie dochodzi, gdyż – jak tłumaczyliśmy – istnieją co najmniej dwa zdarzenia terażniejsze stojące wobec siebie w relacji kauzalnej:

$$(T2) \exists x, y [x \in N_y \wedge F_\infty(y) \wedge G_\infty(y)].$$

Wobec tego zmuszeni jesteśmy przyznać, iż:

- (7) KKT dopuszcza istnienie oddziaływań między zdarzeniami terażniejszymi i tym samym jest teorią paradoksalną [założenie].

Jeśli teraz skorzystamy z twierdzeń (3) i (7), to otrzymamy:

- (8) Własności terażniejszości postulowane przez KKT i KKT są sprzeczne [*modus ponens*: (3), (7)].

Wniosek (8) jest jednak absurdem. Nie sposób się zgodzić, że KKT jednocześnie dopuszcza i nie dopuszcza współczesnych sobie przyczyn i skutków. Wiemy zarazem, że twierdzenie (7) musi być prawdziwe. Nie ulega zatem wątpliwości, że utrzymanie zarzutu z paradoksu przyczynowości w mocy, niezależnie, czy jest on wymierzony w SKT, czy w jakąś inną koncepcję terażniejszości, wymaga odrzucenia implikacji (3) oraz prowadzącego do niej założenia (2).

Niemniej po uwzględnieniu sugerowanej korekty odnośny zarzut pozbawiony jest uzasadnienia fizykalnego. Krytyk zostaje z założeniem (1), które ma podstawę wyłącznie w zdrowym rozsądku. Owszem, przesłanki (1) oraz (4) wciąż pociągają (6), ale otrzymany wniosek wiele nam nie mówi. Jak by nie patrzeć, zajmuje nas problem należący do filozofii fizyki. Krytykując pogląd jako nieintuicyjny, musimy owe intuicje jakoś zinterpretować, uzasadnić je stosownymi założeniami i twierdzeniami (choćby sfalsyfikowanej) teorii fizycznej. Takiej interpretacji, jak widać, brakuje przekonaniom, do których odwołuje się zarzut z paradoksu przyczynowości.

## 6.2. Strategia druga – postulat przyczynowości

Z drugiej strony należy liczyć się z tym, że przeciwnik SKT będzie dążyć do zapewnienia swej argumentacji usprawiedliwienia nie tylko w MK, ale – przynajmniej częściowo – również w STW. Wyłączenie możliwości oddziaływania

między zdarzeniami terazniejszymi znajduje przecież uzasadnienie w postulatcie przyczynowości, którego obecność w ramach STW nie budziła dotąd zastrzeżeń. Adwersarz koncepcji stożkowej mógłby więc zrezygnować z założenia (2), aby w miejsce implikacji (3) przyjąć, że nieintuicyjną koncepcję terazniejszości charakteryzuje uznanie za współczesne zdarzeń stojących wobec siebie w relacji zerowej wcześniejszości lub późniejszości. Wytlumaczenie byłoby proste: relacje  $W_0$  i  $P_0$  opisują *de facto* zdarzenia, które daje się połączyć sygnałem świetlnym, *ergo* zdarzenia, między którymi może dojść do relacji przyczynowej. Wiadomo tymczasem – kontynuowałby krytyk SKT – że współczesność przyczyny i skutku kłóci się z naszymi intuicjami, co kompromituje koncepcję stożkową jako rozwiązanie problemu terazniejszości.

W sumie jednak powyższa modyfikacja nie zmienia istoty sprawy. Uzasadnienie zarzutu z paradoksu przyczynowości, nawet w oparciu o postulat przyczynowości, pozostaje wątpliwe. Bierze się to stąd, że nie istnieje pełna zgoda w filozofii fizyki i w samej fizyce, gdy idzie o zasięg postulatu przyczynowości. Część badaczy, do których zaliczymy Wojciecha Kopczyńskiego i Andrzeja Trautmana (1984, s. 86–87), a wśród filozofów fizyki – Zdzisława Augustynka (1975, s. 168), stoi na stanowisku, iż według odnośnej zasady przyczyny i skutki muszą być opisane interwałami albo zerowymi, albo czasopodobnymi. Idąc tym tokiem rozumowania, rzeczywiście należałoby się zgodzić, że zdarzenia terazniejsze w sensie SKT mogą wejść w relację przyczynową, co czyni ową koncepcję nieintuicyjną. W literaturze znajdziemy jednak autorów, dla których postulat przyczynowości odnosi się wyłącznie do zdarzeń odseparowanych czasopodobnie, natomiast zdarzenia umożliwiające propagację światła są zlokalizowane w swego rodzaju granicy między przestrzenią przyczynowości ciał a sferą pozastożkową. Dość wspomnieć, że wśród fizyków powyższy pogląd przyjęli m.in. Richard Feynman (Feynman, Leighton, Sanders 1968, s. 262) oraz Włodzimierz Ugarow (1985, s. 76), zaś spośród filozofów podobnie do sprawy odniósł się Bertrand Russell (2009, s. 34)<sup>13</sup>.

Gdyby zgodzić się z ostatnią interpretacją postulatu przyczynowości, zarzut wymierzony w SKT okazałby się chybiony. Nie ma przecież powodu, by określać twierdzenia rodzaju (T1) mianem paradoksalnych, skoro sygnały osiągnące prędkość świetlną decydujemy się oddzielić od innych oddziaływań. Tym bardziej nie ma wtedy podstaw stwierdzenie, że SKT jest koncepcją nieintuicyjną, gdyż dopuszcza ona terazniejszość emisji i rejestracji sygnału,

<sup>13</sup> Nawiążmy pokrótce do wypowiedzi owych badaczy. O ile według pierwszej wykładni „do zdarzeń należących do przyszłości zdarzenia  $x$  (i tylko do nich) można dotrzeć, startując z  $x$  i poruszając się z prędkością *nie większą niż prędkość światła* [podkr. M.R.]” (Kopczyński, Trautman 1984, s. 86), o tyle druga przekonuje nas, że „możemy «trafić» w znajdujące się tu [w zdarzenia przyszłe – M.R.] przedmioty, wystrzeliwując z  $x$  «pociski» o *szybkości mniejszej od  $c$*  [podkr. M.R.]. Obszar ten przedstawia świat przyszłych zdarzeń, na które mamy wpływ, toteż jest on nazywany przyszłością...” (Feynman, Leighton, Sanders 1968, s. 262).

a nie współczesność przyczyny i skutku. Między wymienionymi kategoriami fizyka Einsteina kreśli bowiem wyraźną granicę.

Jakie względy przemawiają za przyjęciem akurat drugiej, węższej interpretacji przyczynowości w STW i rządzącego nią postulatu? Przede wszystkim oddziaływania elektromagnetyczne, a mówiąc dokładniej – wszystkie oddziaływania osiągające prędkość  $c$ , mają w STW wyróżniony status. Gwarantem owego statusu jest przywoływana zasada stałości prędkości światła. Natomiast do jego przejawów zaliczymy okoliczność, że STW wyklucza istnienie układów spoczynkowych sygnałów świetlnych. Mianowicie w żadnym inercjalnym układzie odniesienia do emisji i rejestracji sygnału nie dochodzi w tym samym miejscu, gdy owe zdarzenia ze sobą nie koincydują; rzeczony zdarzenia mogą być wyłącznie odseparowane przestrzennie (niekolokalne). Znalezienie układu, w którym sygnał świetlny spoczywałby w miejscu, prowadziłoby bowiem do złamania postulatu stałej prędkości tego sygnału. Czy takie ograniczenie nałożone na zjawiska emisji i rejestracji sygnału idzie w parze z naszymi intuicjami dotyczącymi przyczyny i skutku? Raczej nie. Na szczęście podobne zastrzeżenie nie dotyczy oddziaływań podświetlnych. Zdarzenia dające się połączyć owymi oddziaływaniami, o ile nie zachodzą w tym samym czasie, mogą albo być odseparowane przestrzennie, albo leżeć w tym samym miejscu (kolokować); istnienie układów spoczynkowych sygnałów podświetlnych nie budzi wątpliwości. Wydaje się, że taki opis przyczyny i skutku bliższy jest naszym intuicjom, a przecież na zgodności z powszechnymi wyobrażeniami teraźniejszości i przyczynowości najbardziej zależy adwersarzowi SKT<sup>14</sup>.

Racji za odróżnieniem oddziaływań świetlnych i podświetlnych jest znacznie więcej. Wspomnieć można choćby o tym, iż nośnikami tych pierwszych muszą być cząstki bezmasowe (luksony), ostatnich zaś – cząstki o niezerowej masie spoczynkowej (tardiony). Oczywiście to, czy postulat przyczynowości powinien dotyczyć także zdarzeń dających się połączyć wyłącznie interwałami zerowymi, pozostaje nierozstrzygnięte. Jest zresztą ironią losu, że przedmiotem zainteresowania fizyki są relacje kauzalne, choć uściślenie pojęcia przyczyny pozostawia się filozofii (por. Sokołowski 2023, s. 306). Odnosimy jednak wrażenie, że sam fakt nieporozumienia w sprawie tego, co znaczy przyczynowość w STW i jaki jest zasięg rządzącego nią postulatu, wystarcza, by podważyć zarzut z paradoksu przyczynowości, a przynajmniej osłabić jego wydźwięk.

---

<sup>14</sup> Dodajmy na marginesie, że wyłączenie oddziaływań świetlnych poza zasięg przyczynowości nie stoi w sprzeczności z przyjęciem kauzalnej teorii postrzeżenia. Obserwacja zdarzeń pozostaje wówczas zredukowana do oddziaływań świetlnych, które jedynie separujemy od oddziaływań podświetlnych. Tylko w tych ostatnich możemy mówić o przyczynach i skutkach, a w tych pierwszych – o emisjach i rejestracjach sygnałów.

## 7. Zakończenie

Wymienione strategie nie wyczerpują możliwości obrony poglądu stożkowego przed zarzutem z paradoksu przyczynowości. Dokładne omówienie ich wszystkich przekraczałoby objętość artykułu. Niemniej główny cel, który sobie postawiliśmy, został osiągnięty. Wydaje nam się, że wykazaliśmy, po pierwsze, iż rzeczony zarzut nie ma tak silnego uzasadnienia fizykalnego, jak utrzymują krytycy SKT, po drugie zaś, że narażenie się przez stożkową terażniejszość na tytułowy paradoks stoi pod znakiem zapytania. Tym samym pesymistyczna ocena SKT, gdy jej jedyną podstawą jest zarzut z paradoksu przyczynowości, nie może być uznana za ocenę trafną.

Nie znaczy to, że powyższe rozważania należy traktować jako zachętę do przyjęcia optyki Godfrey-Smitha i pozostałych entuzjastów obserwowalności terażniejszości. Morał niniejszego artykułu jest inny. To, że pogląd stożkowy nie zostaje skompromitowany przez krytykę z paradoksu przyczynowości, nie przesądza, iż zamierzonego rezultatu nie można by osiągnąć innymi, lepiej uzasadnionymi argumentami. Wręcz przeciwnie, właśnie w kierunku tych prób argumentacji przeciwko SKT powinniśmy się zwrócić w obliczu problemów dotychczas analizowanego zarzutu. Do takich alternatywnych i cieszących się mniejszym zainteresowaniem rozumowań zaliczylibyśmy zarzuty: (I) braku symetryczności i nieprzechodności terażniejszości (Wüthrich 2013, s. 115), (II) podwójnego stawania się zdarzeń (Savitt 1998, s. 566), (III) zależności terażniejszości od pola grawitacyjnego (Besnard 2012) oraz (IV) istnienia zamkniętych krzywych czasopodobnych w rozwiązaniach ogólnej teorii względności podanych przez Kurta Gödla (1949, s. 560–561). Żywimy nadzieję, że niniejszy artykuł przekona filozofów sceptycznych wobec koncepcji stożkowej do rozwijania raczej tych kierunków krytyki SKT.

## Bibliografia

- Augustynek Z. (1975), *Natura czasu*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Augustynek Z. (1979), *Przeszłość, terażniejszość, przyszłość. Studium filozoficzne*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Augustynek Z. (1991), *Kauzalna teoria przeszłości i przyszłości*, w: T. Buksiński (red.), *Współczesna filozofia nauki*, Poznań: Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, s. 99–104.
- Augustynek Z. (1996), *Trzy realizmy*, w: J.J. Jadacki, T. Bigaj, A. Lissowska (red.), *Co istnieje? Antologia tekstów ontologicznych z komentarzami*, t. I, Warszawa: Petit, s. 202–218.
- Besnard F. (2012), *Is there a philosophy of time compatible with relativity and quantum mechanics?*, „AIP Conference Proceedings” 1446 (1), s. 437–447.

- Calosi C. (2014), *Metaphysics of Time in Spacetime*, „Thought” 3 (1), s. 1–8.
- Carnap R. (2000), *Wprowadzenie do filozofii nauki*, przeł. A. Koterski, Warszawa: Fundacja Aletheia.
- Clifton R., Hogarth M. (1995), *The Definability of Objective Becoming in Minkowski Spacetime*, „Synthese” 103 (3), s. 355–387.
- Czarnocka M. (1986), *Kryteria istnienia w naukach przyrodniczych*, Wrocław: Ossolineum.
- Earman J. (1989), *World Enough and Space-Time*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Einstein A. (2005), *O elektrodynamice ciał w ruchu*, w: tenże, *5 prac, które zmieniły oblicze fizyki*, przeł. P. Amsterdamski, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, s. 121–156.
- Einstein A. (2021), *Szczególna teoria względności*, w: tenże, *Istota teorii względności*, przeł. A. Trautman, Poznań: Zysk i S-ka, s. 55–88.
- Feynman R.P., Leighton R.B., Sanders M. (1968), *Feynmana wykłady z fizyki*, t. I, cz. 1, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Fine K. (2005), *Tense and Reality*, w: tenże (red.), *Modality and Tense: Philosophical Papers*, Oxford: Oxford University Press, s. 261–320.
- Gawecki B.J. (1969), *Zagadnienie przyczynowości w fizyce*, Warszawa: Instytut Wydawniczy Pax.
- Gilmore C., Costa D., Calosi C. (2016), *Relativity and Three Four-dimensionalisms*, „Philosophy Compass” 11 (2), s. 102–120.
- Godfrey-Smith W. (1979), *Special Relativity and the Present*, „Philosophical Studies” 36 (3), s. 233–244.
- Gołosz J. (2001), *Spór o naturę czasu i przestrzeni. Wybrane zagadnienia filozofii czasu i przestrzeni Johna Earmana*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Gołosz J. (2011), *Uptyw czasu i ontologia*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Gödel K. (1949), *A Remark about the Relationship between Relativity Theory and Idealistic Philosophy*, w: P.A. Shilpp (red.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, La Salle: Open Court, s. 557–562.
- Hinchliff M. (2000), *A Defense of Presentism in a Relativistic Setting*, „Philosophy of Science” 67, s. 575–586.
- Kopczyński W., Trautman A. (1984), *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Przechowski A. (2014), „Równoczesność” a „teraźniejszość” – fizyka i metafizyka czasu, „Roczniki Filozoficzne” LXII (4), s. 181–204.
- Putnam H. (1967), *Time and Physical Geometry*, „The Journal of Philosophy” 65 (8), s. 240–247.
- Raźniak M. (2023), *Punktowa koncepcja teraźniejszości*, „Edukacja Filozoficzna” 75 (1), s. 41–65.
- Rietdijk C.W. (1966), *A Rigorous Proof of Determinism Derived from the Special Theory of Relativity*, „Philosophy of Science” 33 (4), s. 341–344.
- Rovelli C. (2019), *Neither Presentism nor Eternalism*, „Foundations of Physics” 49, s. 1325–1335.
- Russell B. (2009), *ABC of Relativity*, Abingdon – New York: Routledge.

- Savitt S. (1998), *There's No Time Like The Present (in Minkowski Spacetime)*, „Philosophy of Science” 67, s. 563–574.
- Sklar L. (1974), *Space, Time, and Spacetime*, Berkeley, CA: University of California Press.
- Sokołowski L. (2023), *Elementy szczególnej teorii względności*, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego.
- Stein H. (1968), *On Einstein-Minkowski Space-Time*, „The Journal of Philosophy” 67, s. 5–23.
- Ugarow W.A. (1985), *Szczególna teoria względności*, przeł. W. Zuzga, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Weingard R. (1972), *Relativity and the Reality of Past and Future Events*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 23 (2), s. 119–121.
- Wüthrich Ch. (2013), *The Fate of Presentism in Modern Physics*, w: R. Ciuni, K. Miller, G. Torrenco (red.), *New Papers on the Present – Focus on Presentism*, Munich: Philosophia Verlag, s. 91–131.

M a c i e j   R a ź n i a k

## The Conical Present and the Paradox of Causality

**Keywords:** *light cone, Minkowski space-time, ontology, philosophy of physics, philosophy of time, special relativity*

The paper discusses the relationship between the concept of the conical present, originally proposed by William Godfrey-Smith, and the paradox of causality, commonly considered to be its main problem. This paradox can be summarized as follows. It is well known that our observational cognition is reducible to causal relations. Therefore, if we agree with Godfrey-Smith, and recognize an event to be present in relation to another event iff the first one is observable from the standpoint of the second, then both can be causally interconnected and at present. At this point, it becomes clear that the concept of the conical present admits the possibility that events are temporally separated from each other but can yet remain at present. This, however, goes against our intuitions and leads to a paradox if we want to sustain the view that the cause always precedes the effect. The aim of the article is to show that the paradox of causality faces several difficulties that weaken its strength. The text proposes two strategies to dismiss this objection. Each of them justifies the claim that, at least, a partial defense of the concept of conical present is possible. The first strategy leads to the conclusion that it is not fair to abandon the concept of conical present because of the paradox of causality, since the concept of the present defined in Classical Mechanics is also subject to this paradox. The second strategy is to show that the consequences of the conical present are not as counterintuitive as the opponents of this view claim, because the strength of this objection depends on how we understand the causality of events.