

Jerzy Gołosz

Upływ czasu i teoria względności*

1. WSTĘP

Niniejszy artykuł jest kontynuacją mojego wcześniejszego artykułu,¹ w którym zajmowałem się ogólnie problemem, jak należy rozumieć upływ czasu, i starałem się pokazać, że idea (obiektywnego) upływu jest obecna w metafizycznych fundamentach nauki. W tym artykule chciałbym z kolei pokazać, w jaki sposób teoria względności modyfikuje nasze wyobrażenia dotyczące upływu czasu oraz przeanalizować krytycznie różne zarzuty skierowane przeciwko idei obiektywnego upływu czasu odwołujące się do teorii względności. Ponieważ szczególna (STW) i ogólna teoria względności (OTW) sprawiają, z jednej strony, specyficzne trudności dla koncepcji obiektywnego upływu czasu, a z drugiej, oferują trochę inne możliwości wybrnięcia z tych kłopotów, obie teorie omówię oddzielnie, rozpoczynając od STW. W części drugiej artykułu przedstawię argumenty przeciwko idei obiektywnego upływu czasu oparte na STW, w części trzeciej zaś te odwołujące się do OTW. W obu przypadkach przeanalizowane zostaną różne możliwe strategie obrony przeciwko nim.

2. UPŁYW CZASU I STW

Wskazanie na niezgodność zachodzącą pomiędzy teorią względności i tym, jak sobie wyobrażamy upływ czasu, przypisuje się zwykle Rietdijkowi (1966) i Putnamowi (1967), ale znacznie wcześniej problem ten został zauważony i przeanalizo-

* Autor artykułu pragnie podziękować Janowi Czerniawskiemu oraz Tomaszowi Bigajowi za uwagi dotyczące wcześniejszej wersji prezentowanego artykułu. Wyłączną odpowiedzialność za treść tego artykułu ponosi oczywiście jej autor.

¹ Gołosz (2010c).

wany przez Gödla (1949a), a to, co robią Rietdijk i Putnam, jest — można powiedzieć — doprowadzeniem jego rozumowania do logicznego końca. Argumentacja Gödla jest też pełniejsza; składa się ona z dwóch części, z których jedna oparta jest na STW, druga na OTW. Rozpocznę od tej pierwszej.

2.1 Argumentacja Gödla

Gödel wysuwa następujące zarzuty przeciwko idei obiektywnego czasu:

Istnienie obiektywnego upływu czasu oznacza jednakże (lub przynajmniej jest równoważne faktowi), że rzeczywistość składa się z nieskończonej liczby warstw „teraz”, które wchodzą sukcesywnie w istnienie. Lecz jeśli równoczesność jest czymś względnym w sensie właśnie wyjaśnionym [względem różnych obserwatorów], rzeczywistość nie może być podzielona na takie warstwy w obiektywny sposób. Każdy obserwator ma swój własny zbiór „teraźniejszości” i żaden z tych różnych układów warstw nie może rościć sobie praw do reprezentowania obiektywnego upływu czasu (1949a, s. 558).

Sens tych wywodów jest oczywisty: jeżeli upływ czasu ma polegać na wchodzeniu w istnienie kolejnych warstw równoczesności, a zgodnie z STW równoczesność jest względna i żaden z obserwatorów nie jest uprzywilejowany, to — według Gödla — w STW nie ma miejsca na taki upływ czasu. Można by sądzić, że dobrym wyjściem z tej sytuacji byłoby zrelatywizowanie istnienia i upływu czasu do obserwatora, ale Gödel w przypisie (5) do przytoczonego cytatu odrzuca taką możliwość jako niezgodną z naszą intuicją:

Ktoś może się sprzeciwić, że argument ten pokazuje tylko, iż upływ czasu jest czymś względnym, co nie wyklucza jeszcze, że jest on obiektywny. (...) Jednakże pojęcie istnienia nie może być zrelatywizowane [do obserwatora] bez całkowitego pozbawienia go sensu.

Gödel wyciąga z powyższej argumentacji wnioski, że obiektywny upływ czasu nie istnieje lub też — mówiąc jego językiem — że czas jest nierealny (idealny).²

W przedstawionym rozumowaniu zwracają uwagę trzy rzeczy. Po pierwsze, upływ czasu rozumie Gödel jako sukcesywne następowanie po sobie kolejnych warstw równoczesności. Takie rozumienie upływu czasu jest zgodne z klasyczną newtonowską fizyką i wydaje się zgodne z naszą intuicją, nie jest zatem niczym zaskakującym, że wielu XX-wiecznych i współczesnych zwolenników obiektywności upływu czasu — np. J. Jeans, A. Prior, J. Mackie, W. Craig, Q. Smith, M. Tooley — chciało lub chce w dalszym ciągu takie pojmowanie upływu czasu zachować. Problem polega jednak na tym, że aby tego typu rozumienie upływu czasu zachować, potrzebne są — o czym piszę w dalszej części tego artykułu — dodatkowe silne za-

² Gödel traktuje swoje argumenty — te prezentowane obecnie oraz dwa następne, oparte na OTW, które omówię w dalszej części swojej pracy — jako „niedwuznaczny dowód poglądów tych filozofów, którzy tak jak Parmenides, Kant oraz współcześni idealiści, negują obiektywność zmiany i traktują ją jako iluzję lub złudzenie spowodowane naszym specyficznym sposobem percepcji” (1949a, s. 557).

łożenia metafizyczne, sprowadzające się do wprowadzenia jakiegoś wyróżnionego układu odniesienia, a które mogą być — i rzeczywiście są — kwestionowane.

Ale czy rzeczywiście jesteśmy zobligowani do takiego rozumienia upływu czasu? Otóż nie wydaje się, żebyśmy byli. Gödel bierze pod uwagę jedno tylko alternatywne rozwiązanie — i to jest druga rzecz w rozumowaniu Gödla, na którą chciałem zwrócić uwagę — mianowicie w przypisie (5) (drugi z przytoczonych cytatów) rozpatruje możliwość zrelatywizowania upływu czasu i istnienia do układu odniesienia i odrzuca takie rozwiązania jako niezgodne z naszą intuicją. Kłopot z tym argumentem jest podwójny. Polega, po pierwsze, na tym, że jakkolwiek intuicja jest tą instancją, do której koniec końców się odwołujemy, jeśli tylko nie śledzimy akurat logicznych konsekwencji jakichś założeń, to należy przypomnieć, że jest ona zmienna i wielkie rewolucje naukowe miały właśnie to do siebie, że pociągały za sobą konieczność jej zmiany, i to tym głębszej, im większego odkrycia dotyczyły. Na przykład, w ten właśnie sposób teoria względności wymusiła na nas głębokie zmiany związane z naszymi wyobrażeniami — i intuicją — dotyczącymi czasu. Upieranie się przy zastanej intuicji uniemożliwiałoby rozwój naszej wiedzy lub też, z punktu widzenia logiki, oznaczałoby popełnienie błędu *petitio principii*. Po drugie zaś, żadne z możliwych rozwiązań proponowanych jako rozwiązanie trudności związanych z teorią względności nie jest „intuicyjnie poprawne” — i tak eternaliści zmuszają nas do przyjęcia (beztensowego)³ istnienia przeszłości i przyszłości oraz zaprzeczają istnieniu obiektywnego upływu czasu, zwolennicy istnienia wyróżnionego układu odniesienia chcą abyśmy przyjęli, że przyroda wybrała sobie właśnie taki układ, ale jednocześnie stara się za wszelką cenę ukryć jego istnienie przed nami, filozofowie zaś tacy, jak na przykład Čapek, Stein, Sklar (1985), Dieks (1988) i Shimony, chcieliby z kolei, żebyśmy uwierzyli w istnienie solipsystycznej punktowej terażniejszości *Tu-teraz*. Zatem wybór, przed jakim stoimy, nie jest — wbrew temu, co zdaje się sugerować Gödel — wyborem pomiędzy zachowaniem naszej intuicji i wystąpieniem przeciwko niej. W rzeczywistości, każde z proponowanych i możliwych rozwiązań wykracza w jakiś sposób przeciwko naszej intuicji i to, co nam tak naprawdę pozostaje, to tylko wybór tego, w *jaki sposób* mamy ją zmienić, a nie to, *czy* mamy ją zmienić. Relatywizacja pojęcia istnienia do układu odniesienia jest tylko jedną z możliwości, które należy rozpatryć pod kątem spójności i zdolności eksplanacyjnych, a której *a priori* nie można odrzucać. Współczesna fizyka zdążyła nas już przyzwyczaić do tego, że nasze wyobrażenia dotyczące natury otaczającego nas świata bywają zawodne.

Ostatnia moja uwaga związana z Gödlem dotyczy jego rozumienia subiektywności. Gödel uważał — co wynika chociażby z pierwszego z przytoczonych cytatów —

³ W języku polskim brak jest właściwych słów do adekwatnego przetłumaczenia angielskich terminów „tensed”, „tenseless” czy „detensed” związanych z kategoriami czasów gramatycznych, dlatego też zdecydowałem się na tłumaczenie powyższych terminów jako „tensowe” (w przypadku tego pierwszego) i „beztensowe” (dla dwóch pozostałych).

że zrelatywizowanie do „obserwatora” jest równoznaczne z utratą obiektywności i tym samym jakąś formą subiektywizmu.⁴ Trudno jest się z takim stanowiskiem zgodzić. „Subiektywność” oznacza jakąś zależność od podmiotu — jego wiedzy, przekonań, stanu umysłowego itp. — czyli coś, co Grünbaum określał terminem *mind-dependence*, i w tym tylko sensie od jego pewnej szczególnej perspektywy, tymczasem „obserwator” w fizyce i w teorii względności to tylko zantropomorfizowana nazwa dla układu odniesienia, abstrakcyjnego pojęcia oznaczającego pewien układ współrzędnych, umożliwiający opis położenia i ruchu dowolnych ciał. Jako taki nie wymaga żadnego żywego obserwatora. To, co daje się mierzyć w takim układzie odniesienia, jak na przykład skrócenie Lorentza czy wydłużenie czasu życia poruszających się nietrwałych cząstek, jest w pełni obiektywnie mierzalne i niezależne w żaden sposób od tego, kto lub co w danym układzie odniesienia aktualnie dokonuje pomiarów — nie jest zatem subiektywne.

Zanim jeszcze przejdę do argumentacji Rietdijka i Putnama, chciałbym omówić strategię obrony idei obiektywnego upływu czasu inspirowaną wspomnianą wcześniej i przywoływaną m.in. przez Gödla klasyczną (przedrelatywistyczną) koncepcją upływu czasu jako sukcesji następujących po sobie warstw równoczesności. Strategia ta polega na wprowadzeniu pewnego wyróżnionego, absolutnego układu odniesienia i związaniu upływu czasu właśnie z tym wyróżnionym układem odniesienia. Ma ona swoje dwie wersje: jedną sformułowaną na gruncie STW i inspirowaną pomysłami Lorentza, i drugą, specyficzną dla OTW i analizowaną już przez Gödla, w której wspomniany wyróżniony układ odniesienia utożsamia się ze średnim ruchem materii we wszechświecie. Omówię teraz tę pierwszą, drugą odkładając do trzeciej części tego artykułu.

2.2 Neo-lorentzowskie wersje STW i upływ czasu

Do neo-lorentzowskich wersji STW odwołują się m.in. Tooley (1997) oraz Craig (2001). Einsteinowska wersja STW opiera się na dwóch fundamentalnych założeniach: założeniu stałości prędkości światła, mówiącym że prędkość światła ma określoną wartość c niezależną od prędkości źródła, oraz drugim — jest to tzw. szczególna zasada względności — mówiącym, że wszystkie inercjalne układy odniesienia są sobie równoważne w tym sensie, że obowiązują w nich takie same prawa fizyki. Teoria, którą Einstein (1905) wyprowadził z tych założeń, prowadziła do paradoksalnych konsekwencji, niezgodnych z naszą intuicją — przede wszystkim do relatywizacji czasu. Tych klasycznych intuicji nie chciał odrzucać Lorentz i to był powód, dla którego zaproponował coś, co się czasami nazywa niestandardową wersją STW, a co jest w istocie zakwestionowaniem jej podstaw. W tej niestandardowej wersji STW w tym celu, aby uratować naszą intuicję absolutnego czasu, zanegował obydwa

⁴ Wyjątkiem jest przypis (5), gdzie Gödel odróżniał subiektywność i zrelatywizowanie do obserwatora.

założenia Einsteina, wprowadzając wyróżniony, absolutny układ odniesienia (eter), który ma wyznaczać absolutną prędkość światła oraz standard absolutnego czasu. Aby wytłumaczyć fakt niemożności eksperymentalnego wykrycia tego absolutnego układu, Lorentz przyjął, że wszystkie obiekty poruszające się względem niego z pewną prędkością doznają specyficznych deformacji — skróceniu długości oraz, w przypadku zegarów, wydłużenia (wskazywanego) czasu — które mają uniemożliwiać jego wykrycie, nie wskazując jednak, jakiego rodzaju oddziaływania zachodzące pomiędzy eterem i przyrządami pomiarowymi miałyby powodować takie efekty.⁵

Dodać należy, iż Einstein w swojej pracy z 1905 r. (1952, s. 40) przyjął jeszcze jedno istotne założenie dotyczące synchronizacji oddalonych od siebie zegarów znajdujących się w pewnych punktach A i B , a na które chętnie powołują się zwolennicy neo-lorentzowskich wersji STW. Jakkolwiek na początku swojej pracy, zaraz po wprowadzeniu dwóch wspomnianych wcześniej założeń — zasady stałości prędkości światła oraz szczególnej zasady względności — Einstein deklaruje, iż „te dwa postulaty wystarczą aby otrzymać spójną i prostą elektrodynamiczną teorię poruszających się ciał opartą na teorii Maxwella nieruchomych ciał” (s. 38), w następującej zaraz potem analizie zjawiska równoczesności opiera się nie na tych założeniach, tylko stara się konstruować swoją teorię, bazując na czysto empirycznych danych i procedurach operacyjnych z użyciem promieni świetlnych. Stwierdza przy tym, że dane te i operacje z użyciem promieni świetlnych nie wystarczają do zsynchronizowania oddalonych od siebie zegarów. Wyciąga stąd wniosek, że aby zsynchronizować ze sobą takie zegary w pewnym układzie odniesienia przy pomocy promieni świetlnych należy „na mocy definicji (*by definition*)” (s. 38) przyjąć, że czas potrzebny światłu na przebycie z punktu A do B jest równy czasowi potrzebnemu na przebycie z B do A , co prowadzi do tzw. *standardowej synchronizacji* obu zegarów⁶ i jest równoważne równości prędkości światła w obu kierunkach z punktu A do B i z B do A . Konieczność odwołania się do definicji ma tu wynikać z faktu, iż synchronizacja dwóch oddalonych od siebie zegarów i alternatywnie określenie czasu potrzebnego światłu na przebycie drogi w *jednym* kierunku lub też prędkości w *jednym* tylko kierunku są nawzajem od siebie zależne; nie możemy ustalić jednej z tych wielkości, jeżeli nie znamy drugiej. To, co bez odwoływania się do dodatkowych warunków możemy określić, to sumaryczny czas lub średnia prędkość na drodze „tam i z powrotem”, ta ostatnia nie wymaga bowiem synchronizacji oddalonych od siebie zegarów.

Jakkolwiek Einstein pisze, że synchronizacja oddalonych od siebie zegarów i tym samym przyjęcie równości prędkości światła w obu przeciwnych kierunkach następuje „na mocy definicji”, w istocie rzeczy oba przyjęte w pracy z 1905 r. jako pod-

⁵ Por. np. Grünbaum (1973, s. 715 -726); Balashov, Janssen (2003).

⁶ Jeżeli oznaczymy przez t_A moment wysłania promienia świetlnego z punktu A , przez t_B moment (natychmiastowego) odbicia tego promienia w kierunku B , oraz przez t'_A moment powrotu promienia do A , to standardowa synchronizacja równoważna jest przyjęciu, iż wskazywany przez zegar w punkcie B moment czasu t_B jest — w terminologii Reichenbacha (1958, s. 127) — równoczesny z momentem czasu: $t_A + \varepsilon(t'_A - t_A)$, gdzie $\varepsilon = 1/2$, wskazywanym przez zegar w punkcie A .

stawa dla STW założenia wraz z metodologicznymi postulatami spójności i prostoty teorii wystarczają — bez potrzeby przyjęcia arbitralnej konwencji — do ich obowiązywania; z zasady względności wynika bowiem, iż elektrodynamika Maxwella postulująca rozchodzenie się światła z prędkością c , musi obowiązywać w *każdym* inercjalnym układzie odniesienia, a każda próba zróżnicowania wartości prędkości światła w zależności od kierunku prowadzi do ograniczenia własności symetrii przestrzeni — jej anizotropii — i do istotnej komplikacji i teorii względności, i teorii Maxwella, co najlepiej pokazują próby Lorentza obrony hipotezy eteru. Innymi słowy, wspomniany dodatkowy warunek, niefortunnie określony przez Einsteina słowami „na mocy definicji”, powinien być raczej zastąpiony kombinacją dwóch podstawowych założeń STW (zasada względności oraz postulat stałości prędkości światła) wraz z metodologicznymi regułami prostoty i spójności.⁷ Dodać do tego jeszcze można za Steinem (1991, s. 154), że każdy kto proponuje — jako równie dobrą — alternatywą w stosunku do standardowej definicję równoczesności, powinien rozwinąć również odpowiedni, tzn. oparty na tych samych ograniczonych symetriach czasoprzestrzennych i tak samo sprawnie działający, substytut elektrodynamiki maxwellowskiej.

Dla porządku powinienem wyjaśnić, że argumentacja powyżej przedstawiona, oparta na założeniach metodologicznej spójności i prostoty, była krytykowana, jednakże argumenty wysunięte przeciwko niej nie są wystarczające. Mianowicie Grünbaum (1973, s. 355-356) wysunął dwa następujące argumenty: po pierwsze, ponieważ żadne stwierdzenie dotyczące prędkości światła w jednym tylko kierunku „nie czerpie swojego znaczenia ze zwykłych faktów, ale wymaga również uprzedniego założenia sposobu synchronizacji zegarów, wybór $\varepsilon \neq \frac{1}{2}$, który odpowiada za nierówność czasów przelotu światła w przeciwnych kierunkach, nie może w żaden sposób

⁷ Inne znane sposoby pokazania, że standardowa synchronizacja nie jest konwencjonalna, odwołują się do alternatywnej synchronizacji przy pomocy powoli przesuwanego zegarów oraz relacji możliwej łączności przyczynowej (*causal connectibility*) w czasoprzestrzeni Minkowskiego. Zwolennicy tej pierwszej metody starają się pokazać, że można w sposób absolutny (niekonwencjonalny) zsynchronizować czas (pokazać, kiedy mamy do czynienia z równoczesnością wskazań oddalonych zegarów) przy pomocy powoli (z graniczną zerową prędkością) transportowanych zegarów i że procedura ta prowadzi dokładnie do tego samego rezultatu, jak einsteinowska standardowa synchronizacja. Jednakże Reichenbach (1958, s. 133-135) pokazuje ogólnie (niezależnie od prędkości transportowanych zegarów) jałowość tej metody; aby wiedzieć, czy transportowane (i oddalone od siebie) zegary chodzą zgodnie, i w szczególności, czy ich transport jest „powolny” musimy *wcześniej* już założyć pewną teorię czasoprzestrzeni i pewną procedurę synchronizacji w odpowiednich miejscach czasoprzestrzeni (por. również Pabjan (2005), s. 64). Z kolei jeżeli chodzi o drugi sposób, to Malament (1977) co prawda pokazał, że standardowa synchronizacja jest jedyną nie-universálną relacją, która może być zdefiniowana w danym inercjalnym układzie odniesienia przy pomocy symetrycznej relacji możliwej łączności przyczynowej w czasoprzestrzeni Minkowskiego, niemniej jednak krytycy Malamenta pokazują, że również to rozumowanie jest niewystarczające. Np. Craig (2001, s. 35, 42) dowodzi, że rozumowanie Malamenta obciążone jest błędem *petitio principii*, jako że odwoływanie się Malamenta do metryki czasoprzestrzeni Minkowskiego zakłada już pewne rozstrzygnięcie co do synchronizacji zegarów.

wchodzić w konflikt z postulatem fizycznej izotropii i symetrii, jakie obowiązują *niezależnie* od naszych deskryptywnych konwencji.” Po drugie zaś, zdaniem Grünbauma, „reguła prostoty, którą jesteśmy zobowiązani przestrzegać w naukach indukcyjnych, jest nie lepiej spełniana przez wybór $\varepsilon = \frac{1}{2}$, niż przez dowolną inną wartość, mieszczącą się w dopuszczalnych granicach $[0 < \varepsilon < 1]$; poprzez wybór $\varepsilon = \frac{1}{2}$ nie jest bowiem założona żadna wyraźna hipoteza dotycząca fizycznych faktów, która świadczyłaby przeciwko innym dopuszczalnym wartościom ε . (...) W ten sposób, wartość $\varepsilon = \frac{1}{2}$ jest nie prostsza niż każda inna wartość w indukcyjnym sensie zakładania czegoś mniej po to, aby wyjaśnić obserwacyjne dane, ale tylko w deskryptywnym sensie dostarczenia *symbolicznie* prostszej reprezentacji teorii wyjaśniającej te dane.” W pierwszej części swojego rozumowania (pierwszy argument i początek drugiego) Grünbaum zdaje się zapominać o tym, że postulat metodologicznej prostoty nie dotyczy poszczególnych stwierdzeń empirycznych, tylko całych teorii. W drugiej części drugiego argumentu bierze to już pod uwagę, ale zapomina z kolei o tym, że teoria, której „reprezentacje” bierze pod uwagę, jest zbudowana na fundamencie, którymi są zasada względności oraz zasada stałości prędkości światła oraz że dopuszczenie wartości innych niż $\varepsilon = \frac{1}{2}$ oznacza przyjęcie różnych prędkości dla światła dla różnych kierunków w przestrzeni oraz, między innymi, kłopoty z interpretacją symetrii równań Maxwella podobne do tych, jakich doświadczano na próżno, poszukując czynnika odpowiedzialnego za zróżnicowanie prędkości światła w różnych układach odniesienia.⁸

Jak wspomniałem wcześniej, zwolennicy neo-lorentzowskich wersji STW — na przykład Tooley (1997, s. 338-368) i Craig (2001, s. 27-42) — chętnie powołują się na analizowane powyżej stwierdzenie Einsteina mówiące, iż standardowa synchronizacja zegarów i równoważny jej warunek równości prędkości światła w dwóch przeciwnych kierunkach przyjmowane są „na mocy definicji”, nie ma natomiast charakteru konwencji założenie, że średnia prędkość na drodze „tam i z powrotem” jest równa c , jako że ta ostatnia nie wymaga synchronizacji oddalonych od siebie zegarów. Twierdzą oni, że wobec tego mają prawo przyjąć inną „definicję” i założyć, że prędkość światła w przeciwnych kierunkach ma różne wartości (a $\varepsilon \neq \frac{1}{2}$), o ile tylko średnia prędkość na drodze „tam i z powrotem” będzie równa c . Warto problem ten przeanalizować na przykładzie argumentacji Tooleya w związku z ciekawym zarzutem, jaki wytoczył przeciwko neo-lorentzowskim koncepcjom Zahar (1983). Argument ten, co chciałbym podkreślić, jest szczególnie ważny dla przeprowadzanej tu analizy analizy neo-lorentzowskich wersji STW, ponieważ wskazuje na najpoważniejszą słabość tych koncepcji — wprowadzanie dodatkowych, wychodzących poza standardową wersję STW i nie dających się wykryć doświadczalnie struktur teoretycznych.

Mianowicie Zahar krytykując koncepcję Mackie’ego (1983) istnienia wyróżnionego, absolutnego układu odniesienia pozwalającego na wprowadzenie absolutnego

⁸ Por. np. Gołosz (2002).

spoczynku i absolutnego ruchu, ale niemożliwego do wykrycia, proponuje następującą *argument zmywy milczenia* (*the conspiracy of silence objection*):

Mackie stoi przed tym samym kłopotliwym problemem, przed którym stał Lorentz. Jeżeli ktoś postuluje, lub filozoficznie określa, absolutny układ odniesienia, to musi jednocześnie zaakceptować, używając własnych słów Mackiego, wielką 'zmowę milczenia'. Przyroda systematycznie spiskuje, żeby ukryć przed nami asymetrię, która wyróżnia jeden uprzywilejowany spośród wszystkich innych inercjalnych układów. (...)

Możliwa jest następująca argumentacja: jest to nieprawdopodobne, że Przyroda zawiera jednocześnie głębokie asymetrie i czynniki, które dokładnie niwelują te asymetrie. Taki stan rzeczy nie jest logicznie niemożliwy i wyobrażanie go sobie nie jest bezsensowne; jest jednakże nieprawdopodobne i niewiarygodne w tym samym intuicyjnym sensie, w którym ciągi koincydencji i przypadków mających pojedynczy globalny efekt są nieprawdopodobne.⁹

Wydaje się nieprawdopodobne — mówi nam tutaj Zahar — żeby przyroda wprowadzała wyróżniony, absolutny układ odniesienia i jednocześnie starała się go ukryć przed nami poprzez inne zjawiska (skrócenie Lorentza i dylatacja czasu).

W odpowiedzi na ten zarzut, Tooley (1997, s. 355-356, 363-368) wybiera strategię obrony poprzez atak. W gruncie rzeczy — powiada — jeżeli chcemy porównywać standardową wersję STW i jej zmodyfikowaną wersję, to przypomnijmy sobie tylko, że Einstein wprowadza w 1905 r. standardową synchronizację „na mocy definicji”, a wtedy stanie się jasne, że to nie jest tak, że w tym pierwszym przypadku Przyroda ujawnia nam wszystkie fakty, a w drugim przypadku „konspiruje”. W tym pierwszym wypadku — kontynuuje Tooley — Przyroda również nie chce nam czegoś ujawnić, mianowicie nie wyposażała nas w żadną eksperymentalną metodę obliczenia prędkości światła „w jedną stronę”, dając nam tylko możliwość obliczenia tej prędkości „tam i z powrotem”.

Czy ten kontrargument Tooleya jest dobry? Wydaje się jednak, że jest chybiony, a to, czego autor nie bierze pod uwagę, to głębszy sens standardowej synchronizacji, omawiany powyżej: jakkolwiek Einstein uczciwie stwierdza, iż nie mamy możliwości eksperymentalnego pomiaru prędkości światła „w jedną stronę”, wybór, którego dokonuje — standardowa synchronizacja i równość prędkości światła w obu kierunkach — nie jest przypadkowy. Jest on równoznaczny, o czym pisałem wyżej, z głębokimi założeniami metodologicznymi dotyczącymi budowanej teorii (lub też metafizycznymi dotyczącymi natury świata, w którym żyjemy). Einstein zakłada ni mniej, ni więcej, tylko tyle, że wszechświat jest jednorodny i izotropowy (stąd równość prędkości światła w różnych kierunkach), ma prostą i racjonalną strukturę wyrażającą się przez prostotę teorii fizycznych opisujących go, które w dodatku powinny mieć wszędzie taką samą postać i posiadać — jako teorie opisujące odmienne aspekty tego samego świata — takie same symetrie, a jedna z tych najważniejszych oznacza równouprawnienie wszystkich inercjalnych układów odniesienia.¹⁰

⁹ Zahar (1983, s. 39). Samo określenie „zmowa milczenia” pochodzi od Mackiego (1983, s. 20).

¹⁰ Czasoprzestrzennymi symetriami równań Maxwella są transformacje Lorentza (czy mówiąc

Żeby oddać sprawiedliwość zwolennikom neo-lorentzowskich wersji STW, chciałbym na koniec tej części mojej pracy przypomnieć pozytywne argumenty na rzecz ich koncepcji, za którymi stoi motywacja wykraczająca poza chęć obrony klasycznej intuicji upływu czasu, w tym ten jeden, który wydaje się najciekawszy i wymaga z pewnością uwagi. Chodzi w tym przypadku o znany problem, który podnoszą m.in. Tooley i Craig,¹¹ polegający na braku relatywistycznie niezmienniczego opisu redukcji wektora stanu w mechanice kwantowej. Obaj autorzy interpretują ten fakt jako jednoznacznie wskazujący na istnienie wyróżnionego układu odniesienia i absolutnej równoczesności. Problem ten jest z pewnością poważny i ciekawy, ale proponowane rozwiązanie jest zdecydowanie przedwczesne; trudności z pogodzeniem teorii względności z mechaniką kwantową są znane bardzo dobrze i nie wydaje się, żeby dało się je rozwiązać przez proste wprowadzenie wyróżnionego układu odniesienia i cofnięcie fizyki w ten sposób do newtonowskich pojęć. Można też bynajmniej niepesymistycznie — tak jak na przykład Myrvold (2003) — oceniać szanse znalezienia teorii redukcji wektora stanu, która byłaby „autentycznie, metafizycznie zgodna z STW w tym sensie, że opisywałaby świat jako ‘rozwijający się w czasoprzestrzeni Minkowskiego’”.¹² Z kolei A. Shimony stara się pokazać w swoich pracach, iż kwantowo-mechaniczna nielokalność może ‘pokojuowo współegzystować’ z STW, „ponieważ kwantowo-mechaniczne korelacje pomiędzy przestrzennie odseparowanymi układami nie mogą być wykorzystane do przesłania informacji szybciej niż światło” (1993, 286).

I ostatnie dwa argumenty, metafizycznej natury tym razem, wysunięte na rzecz neo-lorentzowskich koncepcji. Craig (2001, s. 173) uważa, że istnienie wyróżnionego układu odniesienia jest warunkiem koniecznym istnienia Boga. Jeśli przyjąć za Craigiem — na potrzeby tego rozumowania — istnienie Boga i jego preferencję dla obiektywnego upływu czasu, to nie widać jeszcze żadnej konieczności, dla której miałby on preferować intuicje związane z klasyczną (przedrelatywistyczną) fizyką raczej niż ze (standardową) teorią względności. Nie widać zatem powodu, dla którego Bóg Craiga miałby preferować upływ czasu rozumiany klasycznie jako sukcesję następujących po sobie warstw równoczesności raczej niż relatywistycznie — na przykład tak, jak to proponują Čapek i Shimony albo Dieks i Dorato, albo jeszcze Savitt, o których to koncepcjach piszę poniżej.

Metafizycznych, chociaż nie teologicznych tym razem, racji na rzecz neo-newtonowskich koncepcji dostarcza nam również Tooley (1997, s. 342-344). Modyfikuje

ogólniej, tzw. grupa przekształceń Poincarégo), symetriami teorii neo-lorentzowskich podgrupa przekształceń Galileusza powstająca przez zawężenie symetrii tej ostatniej poprzez likwidację zależnych od czasu translacji $v^{\alpha} \cdot t$. Por. np. Gołosz (2002).

¹¹ Tooley (1997), s. 356-360; Craig (2001), s. 223.

¹² Myrvold (2003, s. 475). Podobnego zdania są Balashov i Janssen (2003, s. 336), którzy uważają, że o ile można się spodziewać, iż rekoncylacja obu teorii będzie wymagała koncesji i zmian po obu stronach sporu, to wydaje się, że akurat w szczególnym przypadku symetrii czasoprzestrzennych można oczekiwać, że to raczej mechanika kwantowa będzie musiała ustąpić pola.

on STW w taki sposób, aby otrzymać absolutną przestrzeń. Uważa on, że istnienie punktów czasoprzestrzeni, jako bytów, które nie są bytami koniecznymi, wymaga swojego wyjaśnienia, i że nie widzi — jak pisze w swojej wydanej przez Oxford University Press książce — innej możliwości dokonania tego, niż poprzez hipotezę stwierdzającą, że istnienie punktów czasoprzestrzeni jest spowodowane — poprzez jakieś związki przyczynowe — istnieniem wcześniejszych 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, 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.¹³ Twierdzi on dalej (s. 354-355), że jego zmodyfikowana wersja pozwala na wyjaśnienie i przewidywanie faktów, których nie wyjaśnia standardowa wersja STW; 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”.¹⁴

To, co łączy ze sobą argumentacje Craiga i Tooleya, to przyjmowanie dla celów wyjaśnień założeń, które są co najmniej równie niejasne i wątpliwe, jak te zjawiska, które chcą przy ich pomocy wyjaśnić. Tooley nie wyjaśnia nam kluczowego dla jego argumentacji problemu, na czym miałyby polegać relacje kauzalne pomiędzy punktami czasoprzestrzeni i czy w ogóle coś takiego jest możliwe — i zresztą nie bardzo miałby na co się tu powołać, bo teorii opisującej takie oddziaływania, póki co, po prostu nie ma. Ta tajemnicza relacja kauzalna służy mu do wprowadzenia absolutnej przestrzeni i absolutnej równoczesności i jej niejasność stawia całą koncepcję pod znakiem zapytania. Nie wyjaśnia nam również Tooley, dlaczego takie relacje kauzal-

¹³ Wbrew temu, co twierdzi Tooley (s. 343), endurowanie przestrzeni w żaden sposób nie wynika z przyjętych przez niego dwóch założeń:

(1) „Every space-time point is such that its existence is a cause of the existence of at least one other space-time point.”

(2) „Every space-time point is such that its existence is caused by the existence of at least one other space-time point.”

dlatego, że wierzący w powszechną przyczynowość i kauzalne relacje pomiędzy punktami czasoprzestrzeni perdurantysta (zwolennik poglądu trwania przez czasowe części) również może zaakceptować (1) i (2).

¹⁴ Tooley (1997, s. 354-355). Inne rzekome przewagi zmodyfikowanej teorii to — według Tooleya — omawiane już w moim artykule uboższe założenia wyjściowe (niezakładanie równości prędkości światła w dwóch przeciwnych kierunkach) i wprowadzenie absolutnego układu odniesienia do mechaniki kwantowej.

ne mają dotyczyć poszczególnych, zachowujących swoją indywidualność punktów czasoprzestrzeni, a nie, na przykład, traktowanej holistycznie całej przestrzeni. Problem polega na zasadniczej odmienności przestrzeni (i czasoprzestrzeni) i zwykłych obiektów fizycznych; o ile można sobie wyobrazić istnienie pojedynczych ciał materialnych, to istnienia pojedynczych punktów przestrzeni czy czasoprzestrzeni „poza kolektywem” nie za bardzo można. Co więcej można ogólnie argumentować, że o identyczności punktów czasoprzestrzeni — w zgodzie z takim holistycznym podejściem — decydują wyłącznie strukturalne własności (topologiczne, afiniczne, metryczne), w jakich punkty te pozostają do innych punktów oraz że zwyczaj utożsamiania przez fizyków czasoprzestrzeni z parą (M, g) , gdzie M jest rozmaitością różniczkową, a g tensorem metrycznym, pozostaje w zgodzie z takim strukturalnym podejściem.¹⁵

Podsumowując tę krótką analizę koncepcji neo-lorentzowskich, można powiedzieć, że takie rozwiązania problemu upływu czasu niewiele mają do zaoferowania; bronią rzeczywistość klasycznej intuicji upływającego czasu, ale za bardzo wysoką cenę komplikacji teorii (ograniczenie symetrii STW i podważanie jej fundamentalnych założeń) oraz wprowadzania rozbudowanej i niejasnej metafizyki. Dodać też należy, że trafia w nie, tak jak we wszystkie koncepcje wiążące upływ czasu z wchodzeniem w istnienie kolejnych globalnych warstw *Teraz*, argument Gödla odwołujący się do rotującego wszechświata, który będzie omówiony w § 3.1.

2.3 Argumentacja Rietdijka i Putnama

Przejdę teraz do argumentacji Rietdijka i Putnama za realnością przeszłości i przyszłości, koncentrując się na tej ostatniej jako precyzyjniej sformułowanej. Putnam zakłada obowiązywanie STW oraz przyjmuje trzy założenia: realność siebie jako fizycznego obserwatora, realność co najmniej jednego jeszcze obserwatora oraz „najważniejsze” — zgodnie z deklaracją autora — założenie, które nazywa zasadą „Nie ma uprzywilejowanych obserwatorów” („There Are No Privileged Observers”), a które mówi, że własność „bycia realnym ze względu na” jako ta, która ma nie wyróżniać żadnych obserwatorów, jest własnością przechodnią.¹⁶ Opierając się na tych założeniach, łatwo jest już udowodnić, że zgodnie z STW każde zdarzenie z dowolnie odległej przyszłości (podobnie jak przeszłości) jest w tym sensie realne; teoria ta mówi, że dla każdego dowolnie odległego czasowo od nas zdarzenia można znaleźć takiego obserwatora, który jest w naszej teraźniejszości i jako taki — zgodnie z przyjętymi założeniami — jest dla nas realny, a dla którego to właśnie zdarzenie będzie teraźniejsze i tym samym również realne. Oceniając to swoje rozumowanie, Putnam

¹⁵ Por. Gołosz (2005).

¹⁶ „If it is the case that all and only the things that stand in a certain relation R to me-now are real, and you-now are also real, than it is also the case that all and only the things that stand in relation R to you-now are real.” (Putnam (1967), s. 241)

stwierdza, iż bycie „realnym” okazuje się w ten sposób koekstensywne z pojęciem beztenusowego istnienia, a problem tego, co jest „realne”, „jest rozwiązany przez fizykę a nie przez filozofię” (1967, s. 247).

To ostatnie, bardzo mocne twierdzenie wzbudza zasadnicze wątpliwości. Zwraca na to uwagę Sklar w swojej krytycznej analizie argumentacji Putnama; teoria względności nie mówi nam nic na temat tego, co jest lub nie jest realne, *a fortiori* nie mówi nam nic również na temat przechodniości relacji „bycia realnym ze względu na”.¹⁷ Wbrew temu, co twierdzi Putnam, równouprawnienie różnych obserwatorów nie prowadzi w żaden sposób do przechodniości relacji „bycia realnym ze względu na”; wprost przeciwnie, mamy dobre przesłanki — w postaci nieprzechodniości relacji równoczesności przy przechodzeniu z jednego układu odniesienia do drugiego — żeby przechodniość tę zanegować. Tak jak relatywność równoczesności nie prowadzi do wyróżnienia któregoś z obserwatorów, tak też nie prowadziłyby do wyróżnienia żadnego z nich założenie nieprzechodniości relacji „bycia realnym ze względu na”.

Obydwa założenia przyjęte przez Putnama, zarówno to, które mówi o realności co najmniej dwóch obserwatorów, jak i to mówiące o przechodniości relacji „bycia realnym ze względu na” wbrew temu, co twierdzi ich autor, nie są fizyczne, tylko metafizyczne. Z chwilą, kiedy sobie to uświadomimy, nic już nie stoi na przeszkodzie, żeby je zastąpić innymi i rzeczywiście obydwą były kwestionowane i zastępowane alternatywnymi. Analizą rozwiązań opartych na tych alternatywnych założeniach zajmę się w następnej części mojej pracy.

2.4 Standardowa wersja STW i upływ czasu

Zwolennik obiektywności upływu czasu akceptujący STW musi wyjaśnić, jak należy rozumieć terażniejszość w ramach tej teorii oraz czym jest upływ czasu i tym właśnie problemom chciałbym przyjrzeć się teraz. Wspomniany wcześniej Sklar rozpatruje trzy możliwe strategie pogodzenia idei realności terażniejszości oraz nie-realności przeszłości i przyszłości ze standardową wersją STW, które chciałbym uzupełnić czwartą koncepcją, rozwijaną współcześnie przez Stevena Savitta. Według tych propozycji uznaje się za realne dla pewnego obserwatora, czyli coś, co można uznać za pewien zbiór rzeczy współistniejących i tym samym relatywistyczny odpowiednik terażniejszości, następujące obszary:

¹⁷ Sklar (1985, s. 291-292, 296-297). Podobną krytykę, ale nieadresowaną imiennie, przeprowadza w (1974, s. 272-275). Wcześniej Stein (1968, s. 14-20) zwracał uwagę na to, że o ile relacja „bycia realnym (lub określonym) ze względu na” ma być przechodnia i ma nie uprzywilejowywać żadnych obserwatorów w ramach STW powinna być określona jako „leży wewnątrz, lub na powierzchni, stożka przeszłości danego zdarzenia”. Relację tę, określaną też jako „stał się już ze względu na” (*for a, b has already become*), Stein analizuje dokładniej w swojej pracy (1991), a ja omówię ją pokrótce w dalszej części artykułu.

- 1) cały obszar poza stożkiem przeszłości i przyszłości tego obserwatora, czyli obszar nazywany czasami sferą topologicznej równoczesności, absolutną równoczesnością albo też — tak jest najczęściej nazywany przez fizyków — sferą „gdzie indziej”¹⁸,
- 2) zbiór zdarzeń (lub punktów czasoprzestrzeni), które są równoczesne w danym układzie odniesienia z punktem czasoprzestrzeni, w którym zlokalizowany jest obserwator,
- 3) punkt czasoprzestrzeni, w którym znajduje się obserwator¹⁹,
- 4) tzw. pozorną terażniejszość (specious present).²⁰

Jeżeli chodzi o pierwsze rozwiązanie, Sklar — tak zresztą, jak w pozostałych dwóch przypadkach — „nie sądzi, żeby był jakikolwiek sposób na obalenie tej opcji” (1985, s. 298). Zaletą tej koncepcji, podobnie jak rozwiązania (3), jest to, że jest ono relatywistycznie niezmiennicze, tzn. dla dowolnych dwóch obserwatorów mijających się w danym punkcie te same zdarzenia będą realne czy też terażniejsze, niezależnie od ich względnej prędkości. Zdaniem Sklara (1985, s. 300-302), rozwiązanie to jest jednak obciążone istotną wadą; za metafizyką prezentyzmu²¹ kryją się pewne istotne racje, które każą nam uznawać za nierealne to, co jest epistemologicznie niedostępne, i tak jest rzeczywiście w przypadku przeszłości i przyszłości. Jeżeli chcemy trzymać się tego przekonania, to powinniśmy — według niego — nie w sensie logicznej konieczności tylko raczej w imię pewnego epistemologicznego pragmatyzmu odrzucić utożsamianie tego, co realne, ze sferą zdarzeń „gdzie indziej”, niedającą się powiązać kauzalnie ze zdarzeniem, w którym zlokalizowany jest obserwator.

Z przedstawionym powyżej zarzutem Sklara skierowanym przeciwko utożsamianiu terażniejszości z obszarem „gdzie indziej” jednakże trudno jest się zgodzić z tej

¹⁸ Podobną możliwość potraktowania całego obszaru „gdzie indziej” (oczywiście wraz z wierzchołkiem stożka) jako sfery terażniejszości rozpatruje Weingard (1972, s. 120-121), powołując się na konwencjonalność synchronizacji standardowej i konieczność zdefiniowania terażniejszości w niezmienniczy sposób. Weingard wprowadza taką terażniejszość nie jako zwolennik prezentyzmu, a tylko po to, aby poprawić rozumowanie Putnama. Niestety nie eliminuje w ten sposób najslabszego ogniwa w tym rozumowaniu — przechodniości relacji „bycia realnym ze względu na”. Krytykę postulatu niezmienniczego zdefiniowania terażniejszości — czyli jej niezależności od układu odniesienia — przeprowadziłem wcześniej, analizując argumentację Gödla.

¹⁹ Sklar (1974, 1985). W tej pierwszej pracy bierze pod uwagę tylko opcję (2). W obu przypadkach Sklar pomija problem, jak należy zdynamizować *Teraz*, aby wprowadzić upływ czasu.

²⁰ Termin „specious present”, który bywa też tłumaczony jako „terażniejszość widoma” lub „niepunktowa”, ma oznaczać czas, który doświadczamy jako momentalny, ale który w rzeczywistości, jak pokazuje doświadczenie, ma pewną rozciągłość, której długość jest szacowana od ułamka sekundy do kilku sekund. Termin ten wprowadził psycholog E. R. Clay, a rozpropagował go William James.

²¹ Przypomnę, iż zwolennicy prezentyzmu przyjmują realność upływu czasu oraz istnienie realne tylko wyłącznie terażniejszości. Konkurencyjne stanowiska metafizyczne to teoria *Growing Block Universe*, według której upływ czasu jest realny, natomiast nierealna jest tylko przyszłość oraz eternalizm, przyjmujący realność wszystkich trzech sfer czasowych — przeszłości, terażniejszości i przyszłości — i nierealność upływu czasu.

prostej przyczyny, że bycie „realnym” i „epistemologicznie dostępnym” to są jednak dwie całkiem *różne* rzeczy. Mogę, na przykład, nie wiedzieć, co w tej chwili robi autor analizowanego argumentu albo też co się aktualnie dzieje wewnątrz jądra Ziemi, lub układzie Proxima Centauri, ale przecież nie będę z tego powodu utrzymywał, że któraś z tych rzeczy jest nierealna.

Czy jednak oznacza to, że propozycja (1) jest do przyjęcia? Wydaje się, że jednak nie, ale z całkiem innych powodów. Jeżeli chcemy szukać relatywistycznego sukcesora prezentyzmu, nie możemy go w żadnym razie upatrywać w stanowisku, które za jednakowo realne (i terazniejsze) uznaje zdarzenia, które następują po sobie i mogą być ze sobą przyczynowo powiązane, a tak jest w omawianym przypadku. Pogląd ten kazałby dostatecznie oddalonemu obserwatorowi uznać za jednakowo realne, i w tym sensie terazniejsze dla niego, zdarzenia takie jak, na przykład, napisanie przez Sklara omawianego artykułu (1981) oraz niniejszą polemikę z nim. Tego typu realność z pewnością byłaby do przyjęcia dla eternalisty, ale nie dla prezentysty.

Do rozwiązania (2) z pewną sympatią odnosi się Sklar w swojej pracy (1974, s. 272-275), natomiast poddaje je krytyce w (1985, s. 296-297). Powodem jest w tym ostatnim przypadku przyjęty za Einsteinem (1905) weryfikacjonistyczny punkt widzenia i przyjęta przez niego w konsekwencji tego podejścia konwencjonalność równoczesności w STW; nie możemy przecież, jak stwierdza, uznawać, co jest realne, a co nie, na mocy konwencji. Z chwilą jednak, kiedy uznamy weryfikacjonizm za pozbawiony racji bytu, co zresztą zrobił również w późniejszych swoich pracach sam Einstein, nie musimy zgadzać się na konwencjonalność równoczesności. Z takiego właśnie punktu widzenia przeprowadziłem wcześniej krytykę tej idei (§ 2.2); starałem się tam pokazać, że obydwa wyjściowe założenia Einsteina (założenie stałości prędkości światła oraz szczególnie zasada względności) wraz z metodologicznym postulatem prostoty (oraz, oczywiście, spójności) wystarczają do tego, aby wyznaczyć w sposób zgodny ze standardową synchronizacją, jakie dwa zdarzenia mają być równoczesne.

Pisałem już o krytyce, jakiej poddał takie rozwiązanie — relatywizację ‘bycia realnym’ i współlistnienia — Gödel i jakie są jej słabe punkty. Jakkolwiek krytyka ta opiera się na trudnym do utrzymania założeniu o niezmienności naszej intuicji, rozumowanie Gödla wskazuje na pewną istotną rzecz; nie możemy po prostu zastąpić klasycznej (przedrelatywistycznej) intuicji upływu czasu jako sukcesji następujących po sobie warstw absolutnej równoczesności intuicją, w której warstwy absolutnej równoczesności zastąpione zostaną warstwami równoczesności względnej — z tej prostej przyczyny, iż żadna z tych warstw nie jest uprzywilejowana i nie da się w związku z tym związać upływu czasu z żadną z nich. STW pociąga za sobą konieczność bardziej radykalnej zmiany naszych wyobrażeń dotyczących tego, czym jest terazniejszość i czym jest upływ czasu. Zanim spróbuję pokazać, jaki charakter powinny mieć, według mnie, te zmiany, chciałbym przeanalizować pozostałe dwie propozycje pogodzenia idei upływu czasu ze standardową wersją STW.

Trzecia ze wspomnianych propozycji pogodzenia idei obiektywnego upływu czasu z STW ma zdecydowanie najwięcej entuzjastów wśród zwolenników obiek-

tywności upływu czasu i występuje w różnych wersjach: Čapek (1966-1976), Stein (1968, 1991), Sklar (1985), Dieks (1988), Shimony (1993) to tylko niektórzy spośród nich. To, co łączy te różne koncepcje, to przekonanie, że powinniśmy wybrać zbiór zdarzeń (lub punktów czasoprzestrzeni) realnych w sposób relatywistycznie niezmienniczy i w sytuacji, kiedy nie nadaje się do tego obszar ‘gdzie indziej’, pozostaje nam ograniczenie tego, co realne, do punktowego *Tu-teraz*; każde zdarzenie, czy też każdy punkt, w którym chcielibyśmy umieścić obserwatora, konstytuuje w ten sposób swoją solipsystyczną, punktową terażniejszość. Rozwiązanie tego typu napotyka zasadniczą trudność polegającą na tym, jak zauważa Eilstein (1994, s. 79), że „fatalnie niejasne pozostaje w świetle pism przedstawicieli tego kierunku pytanie o status ontologiczny czy statusy ontologiczne zdarzeń elementarnych ułożonych w punktach pozostających poza stożkami świetlnymi punktu reprezentującego odnośne położenie terażniejszości punktowej”. Problem polega na tym, mówiąc jeszcze inaczej, że zdarzenia z obszaru ‘gdzie indziej’ uzyskują w którymś momencie statut przeszłych i dokonanych, nie będąc nigdy zdarzeniami realnymi jako zdarzenia terażniejsze, przechodząc — jeśli pozostajemy na gruncie prezentyzmu — z niebytu w niebyt i robiąc w ten sposób całą metafizyczną koncepcję dziwną.²²

Metafizyczną doktrynę tego typu (4) rozwija w swoich pracach m.in. Savitt ((2001b, 2005, 2009, 2010). Stanowi ona pewien zmodyfikowany wariant przedstawionych wcześniej koncepcji Čapka, Steina, Whitrowa, Dieksa i Shimony’ego. To, co ją od nich różni, to idea rozciąglej terażniejszości, która miałaby być utworzona na sposób zgodny z tym, jak mamy postrzegać pozorną terażniejszość. Ponieważ z założenia ma to być w dalszym ciągu struktura niezmiennicza względem transformacji Poincarego, Savitt tworzy ją jako wspólny przekrój wewnętrznych części dwóch stożków; jeżeli mamy dwa kolejne punkty e_0 i e_1 na linii świata λ danego obiektu (e_0 jest wcześniejszy niż e_1), odległe od siebie powiedzmy o 1 s (taką konwencję przyjmuje autor), wówczas terażniejszością nazwiemy iloczyn teoriomnogościowy wnętrza stożka przyszłości zaczepionego w punkcie e_0 oraz wnętrza stożka przeszłości zaczepionego w e_1 . Savitt nazywa powstałą strukturę terażniejszością Aleksandrowa $ALEX(e_0, e_1)$ dla interwału między e_0 i e_1 wzdłuż linii świata λ i to właśnie jej przesuwanie się wzdłuż linii świata ma reprezentować, według niego, upływ czasu, traktowany tu jako zjawisko czysto lokalne.²³

²² Na problem ten zwrócił uwagę Putnam (1967, s. 246). Callender (2000, s. 592) uważa, że terażniejszość powinna spełniać warunek „niejedyność” (*non-uniqueness condition*), zgodnie z którym każde zdarzenie powinno dzielić swoją terażniejszość z co najmniej jednym, oczywiście *innym* zdarzeniem we wszechświecie.

²³ Nazwę swą tak określone zbiory otwarte $ALEX(e_0, e_1)$ zawdzięczają temu, że tworzą topologię Aleksandrowa dla czasoprzestrzeni Minkowskiego, równoważną zwykłej topologii dla rozmaitości różniczkowej. Tego typu terażniejszość bywa też nazywana terażniejszością Steina, który analizował w (1991) terażniejszość pozorną, lub terażniejszością o kształcie diamentu ($ALEX(e_0, e_1)$ przypomina swoim kształtem diament, jeżeli założymy $c=1$ i rozpatrujemy tylko jeden wymiar przestrzenny). Topologię Aleksandrowa dla czasoprzestrzeni omawia Heller (1991), s. 47-48.

Savitt (2009, §5) wylicza kilka zalet takiej koncepcji. Po pierwsze, daje się ona łatwo przenieść na przypadek ogólnej teorii względności, o ile tylko ograniczamy się do czasoprzestrzeni stabilnych przyczynowo, w których istnieje funkcja globalnego (albo kosmicznego) czasu.²⁴ Po drugie, ma tę zaletę w porównaniu do koncepcji punktowej terażniejszości, że wprowadza rozciągłą terażniejszość, której rozmiary przestrzenne ze względu na dużą prędkość światła są rzeczywiście dosyć znaczne (około 300 000 km). Po trzecie wreszcie, wyjaśniać ma, dlaczego postrzegamy terażniejszość jako wspólną nam wszystkim; jeżeli na przykład bierzemy dwóch przechodniów mijających się na ulicy, ich terażniejszości zgadzają się prawie idealnie.²⁵

Oceniając propozycję Savitta, trzeba przyznać, że niewątpliwie zaletą przedstawionej powyżej koncepcji jest wprowadzenie rozciągłej terażniejszości, która jest niezmiennicza względem transformacji Poincarego. Niestety, jako próba rozwiązania trudności związanej ze statusem ontologicznym zdarzeń (czy obiektów) z obszaru „gdzie indziej” jest nieudana; w dalszym ciągu przeważająca i to zdecydowanie część tego obszaru — $ALEX(e_0, e_1)$ obejmuje część o mierze zerowej całości obszaru „gdzie indziej” — znajduje się poza $ALEX(e_0, e_1)$ i jej status ontologiczny pozostaje niejasny. W ten sposób, na przykład, zdarzenia następujące na Słońcu w chwili, kiedy piszę te słowa, nie są i nie będą nigdy dla mnie terażniejsze i realne, natomiast staną się od razu przeszłe i nierealne za około 8 minut i 19 sekund (tyle czasu potrzebuje światło na pokonanie odległości Słońce — Ziemia). Drugą poważną trudnością teoretyczną tej koncepcji jest to, że włącza do terażniejszości zdarzenia zlokalizowane w różnych punktach czasoprzestrzeni, które mogą być ze sobą przyczynowo powiązane, czyli takie, które nigdy i w żaden sposób nie mogą być zgodnie z STW uznane za równoczesne, a za to leżą w swoich stożkach przeszłości lub przyszłości. Doktrynę tę trudno zatem uznać za właściwe rozwiązanie problemu terażniejszości i upływu czasu.

O ile trudność z wyjaśnieniem, czym jest upływ czasu, jest chyba w ogóle najpoważniejszą trudnością stanowisk przyjmujących jego obiektywność, to w przypadku teorii względności ta trudność jeszcze się potęguje. Teorie neo-lorentzowskie są, jak starałem się pokazać, nieudaną próbą przeniesienia klasycznego wyobrażenia upływu czasu na grunt teorii względności, koncepcje zaś relatywizujące ‘bycia realnym’ — i tym samym terażniejszość — do układu odniesienia, nie dają się w żaden prosty i natychmiastowy sposób związać z koncepcją obiektywnego upływu czasu. Nie mniejsze kłopoty sprawia trzecia z omawianych opcji — terażniejszość jako punktowe *Tu-teraz*. Jak można wprowadzić dynamikę do tego modelu? Znamy kilka prób tego rodzaju. Stein kluczową dla zwolenników idei obiektywnego upływu cza-

²⁴ Ciągłą funkcję $t: M \rightarrow \mathbf{R}$, nazywamy *funkcją czasu globalnego* (lub *kosmicznego*), jeżeli t rośnie monotonicznie wzdłuż każdej skierowanej w przyszłość krzywej przyczynowej. W czasoprzestrzeni (M, g) istnieje funkcja globalnego czasu wtedy i tylko wtedy, gdy (M, g) jest czasoprzestrzenią stabilną przyczynowo. Por. np. Heller (1991, s. 70-73).

²⁵ Przy prędkości względnej 4km/h rozbieżność ta ma nie przekraczać jednej stumilionowej części obu zbiorów.

su koncepcję *stawania się*²⁶ próbuje wyrazić poprzez dwuczłonową relację „stał się już ze względu na”, na którą narzuca pewne warunki: powinna ona być zwrotna, przechodnia i wyrażalna w terminach niezmienniczej struktury czasoprzestrzeni Minkowskiego, ale nie powinna być uniwersalna, tzn. dla każdego punktu czasoprzestrzeni musi istnieć co najmniej jeden taki punkt, który nie pozostaje w tejże relacji do niego.²⁷ Jest jedna relacja, która spełnia powyższe warunki i jest to relacja „leży wewnątrz, lub na powierzchni, stożka przeszłości danego zdarzenia”. Zgodnie z tą koncepcją, „teraźniejszością dla danego punktu jest sam ten punkt, dokładnie ‘tu-teraz’” (1991, s. 159). Tego typu teraźniejszość wydaje się na pierwszy rzut oka niezgodna z tym, jak doświadczamy teraźniejszości — ponieważ ta wydaje się nam przestrzennie nieograniczona — ale, jak uważa Stein (1991, s. 159-162), nasza intuicja nas tutaj zwodzi. Sprawne funkcjonowanie nas i naszej świadomości w środowisku sprawia, że doświadczamy teraźniejszości jako rozciągłej w czasie teraźniejszości pozornej, a to z kolei ze względu na dużą wartość prędkości światła sprawia iluzję nieograniczonej przestrzennej rozciągłości teraźniejszości.

Czy Steinowi udało się uchwycić, czym jest upływ czasu w ramach STW? Niestety, odpowiedź musi być negatywna. Po pierwsze, struktura, którą wprowadza ten filozof, jest statyczna — w koncepcji tej brak jest w ogóle upływu czasu, mimo deklarowanej chęci jej autora wyjaśnienia, czym jest stawanie się, które przecież powinno być dynamiczne ze swej natury. Po drugie, jego stawanie się jest relacją dwuczłonową, co jest typowe dla *B*-ciągów, podczas gdy pojęcia upływu czasu, podobnie jak teraźniejszości, przeszłości i przyszłości, powinny być analizowane w kategoriach monadycznych (nierelacyjnych) własności, tak jak ma to miejsce w przypadku *A*-ciągów;²⁸ *stawanie się* rzeczy i zdarzeń polega na niezrelatywizowanym do żadnego momentu czasu i żadnego zdarzenia wchodzeniu w istnienie, i podobnie teraźniejsze są te zdarzenia, które po prostu *są* a nie te, które *są ze względu na inne zdarzenie* lub *w danym momencie czasu*. Relatywizowanie stawania się (oraz teraźniejszości, przeszłości i przyszłości) do jakiegoś zdarzenia lub punktu materialnego — tak jak ma to miejsce u Steina — oznacza schodzenie na pozycje eternalizmu i nie jest przypadkiem to, że to, co w końcu proponuje się tu jako „stawanie się”, staje się tylko przemianowaną relacją „jest absolutnie wcześniej niż lub koincyduje z”, określoną w kategoriach *B*-ciągu. Po trzecie wreszcie, punktowa teraźniejszość, na której oparta jest

²⁶ Por. Gołosz (2010c).

²⁷ Stein (1968, s. 14-20; 1991, s. 148-150). Ścisłe biorąc, Stein rozpatruje czasowo zorientowaną czasoprzestrzeń Minkowskiego, w której wszystkie zerowe i czasopodobne wektory możemy podzielić na dwie rozłączne klasy równoważności: wektorów skierowanych w przyszłość i wektorów skierowanych w przeszłość. Por. również przyp. 17.

²⁸ Wprowadzone przez McTaggarta (1908, s. 458) pojęcia *A*-ciągów (*A-series*) momentów czasowych i zdarzeń służą do ich uporządkowania według własności bycia przyszłymi, teraźniejszymi i przeszłymi, natomiast *B*-ciągów (*B-series*) do ich uporządkowania według relacji bycia „wcześniej niż” (ew. „później niż”). *B*-ciągi są stałe i nie zależą od tego, który moment czasu zechcemy uważać za teraźniejszy, natomiast *A*-ciągi są zmienne — zmieniają się wraz z upływem czasu.

koncepcja Steina, sama sprawia poważne kłopoty teoretyczne, o czym wspominałem już wcześniej. Stein co prawda tłumaczy, dlaczego nasze przekonanie o nieograniczoności przestrzennej terażniejszości może być błędne, ale naprawdę poważny problem z punktową terażniejszością ma naturę metafizyczną a nie psychologiczną — chodzi o status ontologiczny zdarzeń z obszaru spoza stożka świetlnego — i tego problemu Stein nie wyjaśnia.

Dynamiczne koncepcje upływu czasu z punktowym *Tu-teraz* starają się pogodzić m.in. Čapek (1966-1976), Whitrow (1980), Dieks (1988) i Shimony (1993). Mianowicie, jeżeli rozpatrujemy linię świata dowolnego obiektu, wpływ czasu i stawanie się reprezentowane mają być, według Čapka (1976, s. 511-521), następstwem przy czynowo powiązanych zdarzeń wzdłuż linii świata tego obiektu, według Whitrowa (1980, s. 348) i Dieksa (1988, s. 458-459) ciągłym przesuwaniem się stożka przeszłości wzdłuż linii świata obserwatora, z którym mamy do czynienia wtedy, gdy do obserwatora zaczynają docierać sygnały, które wcześniej leżały poza jego stożkiem przeszłości i jako takie były dla niego niedostępne, Shimony (1993, s. 284) pisze zaś o *przemijającym* lub *przejściowym (transient) teraz*, które przesuwa się wzdłuż linii świata, a które z pewnością nie jest subiektywne. Upływ czasu, zgodnie z tą koncepcją, byłby mierzony czasem własnym, odmierzonym przez zegar współporuszający się z danym obiektem (lub obserwatorem). Tego typu doktryna metafizyczna przez swoją dynamiczność radzi sobie dobrze z pierwszym zarzutem, który postawiłem wcześniej koncepcji Steina, nie jest też sformułowana w języku *B*-relacji — czego dotyczy zarzut drugi — ale za to ze względu na trzymanie się punktowej terażniejszości *Tu-teraz* narażona jest wciąż na zarzut trzeci. Co gorsza, ze względu na sposób, w jaki ujmuje się w nich upływ czasu, można wysunąć przeciwko niej jeszcze jeden poważny zarzut przedstawiany tradycyjnie wszystkim zwolennikom obiektywnego upływu czasu, którzy próbowali utożsamiać upływ czasu z pewnego rodzaju *ruchem*; jeśli czas jest ruchem — w tym wypadku w czasoprzestrzeni Minkowskiego wzdłuż pewnej linii świata — to w jakim tempie odbywa się ten ruch („sekunda na sekundę?”) i względem czego on zachodzi. Pojawia się tu natychmiast widmo konieczności wprowadzenia drugiego wymiaru czasowego, opisującego ruch *Teraz* na osi czasu, trzeciego wymiaru do opisu ruchu *Teraz* z drugiego wymiaru na jego własnej osi czasu itd. *ad infinitum*.

Tego typu analizę prób ujęcia upływu czasu zawdzięczamy Broadowi,²⁹ który pokazał nie tylko, że każda taka próba ujęcia upływu czasu musi prowadzić do regresu do nieskończoności, ale zaproponował też pewną drogę wyjścia z tej sytuacji; niesprowadzalne do niczego *absolutne stawanie się*. Jest to niezrelatywizowane do żadnego momentu czasu stawanie się momentalnych zdarzeń terażniejszymi, ich

²⁹ Broad (1938, rozdz. 35, § 1.22) analizuje ten problem, podobnie jak i przedstawione w dalszej części tego artykułu jego pozytywne rozwiązanie problemu upływu czasu, na gruncie fizyki przedrelatywistycznej. Podobny zarzut, ale odniesiony już dla „animowanych” diagramów Minkowskiego, był podniesiony przez Parka (1972, s. 115).

wchodzenie w istnienie po to, aby przeminąć (*coming to pass*) lub po prostu zachodzenie. Stawanie się u Broada jest w ten sposób pewnym sposobem istnienia, dynamicznym ze swojej natury.³⁰ Broad nie pokazał jednak, jak jego koncepcję ‘stawania się’ należy przenieść na grunt fizyki relatywistycznej, natomiast próbę tego rodzaju, i to mającą ambicję zastosowania do szczególnej i ogólnej teorii względności, podejmują Dorato (2002) i Dieks (2005).³¹ Koncepcje obu filozofów są podobne i — na pierwszy rzut oka — wydają się rozwijać ideę ‘absolutnego stawania się’ Broada. Obaj, podobnie jak nawiązujący również do Broada Savitt (2002), odrzucają koncepcję upływu czasu jako ruchomego *Teraz*, i traktują *stawanie się* zdarzeń jako lokalne i dalej nieanalizowane *wchodzenie w istnienie* (*coming into being*), które ma polegać na tym, że zdarzenia kolejno *zachodzą* (*happen*), *mają miejsce* (*take place*), *wydarzają się* lub *występują* (*occur*).³² Dorato przypisuje tego typu stawanie się zdarzeniom (lub faktom), dla których wprowadza *beztensowe i relacyjne pojęcie istnienia* (istnienie w pewnym czasie), i uważa, że prowadzi to do koncepcji stanowiącej *tertium quid* pomiędzy tradycyjnymi *A-* i *B-*teoriami czasu.³³ Dieks (2005, s. 18) proponuje coś w rodzaju definicji ‘stawania się’ i ‘wchodzenia w istnienie’:

‘wchodzić w istnienie w (x,t) ’ znaczy tyle, co *być zdarzeniem* w (x,t)

Tak określone stawanie się ma być, według niego, procesem czysto *lokalnym*, chociaż wydaje się, że — zważywszy na to, że każde zdarzenie staje się lub wchodzi w istnienie w czasoprzestrzennym punkcie, w którym zachodzi — mógłby równie dobrze

³⁰ Koncepcję Broada omawiam w pracy Gołosz (2010c), gdzie wskazuję też za Sellarsem, że „stawanie się” w sensie „wchodzenia w istnienie” przysługuje raczej rzeczom niż zdarzeniom. Dynamiczność istnienia określonego przez absolutne stawanie się jest bardziej widoczna w ontologii rzeczy niż w ontologii zdarzeń.

³¹ Dieks (2005) nie cytuje wprawdzie Broada, ale, jak stwierdza, jego idee „są bliskie analizie stawania się przedstawionej przez Savitta (2002) i Dorato (2002)” (s. 19), a obydwaj ci autorzy nawiązują wprost do Broada. Wszyscy trzej autorzy określają swoją koncepcję stawania się jako deflacyjną. Dorato (2002), Dieks (2005) i Savitt (2005) rozwijają swoje koncepcje lokalnego upływu czasu jako pewną próbę odpowiedzi na argument Gödla, który przedstawię w następnej części mojego artykułu. Dorato przypisuje również tego typu koncepcję stawania się Gödlowi, zapomina jednak, że Gödel analizował upływ czasu jako wchodzenie w istnienie globalnych warstw *Teraz*.

³² „I plan to begin by proposing a new analysis of such a notion [becoming], to be regarded, on the wake of Gödel [1949a], simply as the *successive occurrence* (coming into being) of *tenselessly conceived facts or events*” (Dorato 2002, s. 256); „becoming is nothing but the happening of events, in their temporal order” (Dieks 2005, s. 17). Savitt (2002) rozwija podobną koncepcję na gruncie fizyki nierelatywistycznej, natomiast w pozostałych pracach bliższa mu jest koncepcja ruchomego *Teraz*.

³³ Dorato (2002, s. 256, 269-270). Również Savitt (2002, 2009) szuka możliwości pogodzenia obu stanowisk niezgodnych w kwestii obiektywności upływu czasu. *A-* i *B-*teorie, które Dorato charakteryzuje bardzo ogólnie jako (odpowiednio) dynamiczne i statyczne koncepcje czasu, traktuje się zazwyczaj jako metafizyczne koncepcje czasu podchodzące do problemu czasu od strony języka. Por. np. Gołosz (2010b).

mówić o stawaniu się punktowym lub alternatywnie związanym z najmniejszymi możliwymi obiektami naszego świata. Dieks (2005), podobnie jak Dorato (2002) i Savitt (2002, 2004, 2009), uważa, że jego koncepcja pozwala pogodzić blokową koncepcję czasu z metafizycznymi doktrynami uznającymi obiektywność upływu czasu.³⁴ Ponieważ tego typu ‘stawanie się’ sprowadza się i u Dorato, i u Dieksa — jak starałem się pokazać — do zwykłego, beztensowego występowania na różności czasoprzestrzennej, oczywistym wnioskiem, jaki wyciągają obaj autorzy, jest to, że ich koncepcja pozwala stosować się do wszystkich czasoprzestrzeni dających się opisać przez fizyków, nawet tak patologicznych, jak rotujący wszechświat Gödla.

Oceniając obie koncepcje, trzeba powiedzieć, iż ich zaletą jest próba sformułowania pewnej teorii upływu czasu — jako stawania się — zgodnej z teorią względności (i to ogólną OTW), wolnej od błędnego koła (‘jak szybko płynie czas?’) i bez wprowadzania dodatkowych struktur dla czasoprzestrzeni, takich jak np. wyróżniony układ odniesienia. Zaletą tych koncepcji jest również to, że dzięki lokalności radzą one sobie dobrze z argumentem Gödla przeciwko upływowi czasu, który zostanie omówiony w następnym paragrafie. Czy są to jednak zadowalające próby wyjaśnienia, czym jest upływ czasu? Wydaje się, że niestety nie; nie ma tu nigdzie miejsca na wyróżnione i nierelacyjne (niezrelatywizowane do żadnego momentu czasu) *Teraz*, są za to beztensowe pojęcia istnienia, występowania, zachodzenia; nie ma tensowych i nierelacyjnych pojęć terażniejszości, przeszłości i przyszłości, jest za to miejsce na beztensowe relacje ‘równocześnie z’, ‘później niż’ i ‘wcześniej niż’.³⁵ I wreszcie największa słabość tych koncepcji; sprowadzenie upływu czasu i ‘absolutnego stawania się’ do beztensowego ‘zachodzenia’, ‘występowania’ lub ‘bycia zdarzeniem w (x,t) ’ wydaje się kompletnie zatracać istotę upływu czasu. To, o czym zapomnieli Savitt, Dorato i Dieks, to to, że beztensowe pojęcie istnienia pozwala wprowadzić na to, żeby powiedzieć, co istnieje *równocześnie z*, *wcześniej niż* lub *później niż*, ale nie pozwala za to na odróżnienie tego, co *jest*, od tego, co *było* i od tego, co *będzie*, czyli po prostu nie pozwala na odróżnienie terażniejszości od przeszłości i przyszłości. Tak samo intencją Broada nie było sprowadzenie upływu czasu i stawania się do *beztensowego* istnienia ani też relatywizowanie go do momentu czasu czy też zdarzenia, tylko wprowadzenie dynamicznego pojęcia istnienia — *istnienia jako stawania się, po to, aby przeminąć* (broadowskie ‘*coming to pass*’). Aby można było mówić o upływie czasu w języku zdarzeń, trzeba móc powiedzieć o *wchodzeniu w istnienie po to, aby przeminąć*, a coś takiego jest tylko wtedy możliwe, kiedy mamy

³⁴ „Thus, our proposal is that ‘coming into being’ means the same thing as ‘happening’. Since everything that happens is recorded in the block universe diagram, ‘coming into being’ is also fully represented. There is no need to augment the block universe in any way. This proposal boils down to a deflationary analysis of becoming: becoming is nothing but the happening of events, in their temporal order” (Dieks 2005, s. 17).

³⁵ „By relativizing this claim to a time t , we get that at t only events simultaneous with (present at) t exist, where ‘existence’ is here understood in a relational, tenseless sense, given by ‘existence at date/time’” (Dorato 2002, s. 270). Por. również wypowiedź Dieksa z poprzedniego przypisu.

zdarzenia, które *istnieją* i takie, które *przestają istnieć*, a czego beztensowe i relacyjne pojęcie istnienia (istnienie w pewnym czasie) nie jest w stanie oddać. W tym ostatnim sensie istnieją i to w takim samym stopniu w tym czasie, kiedy zachodzą, i olimpiada w Berlinie w 1936 r., i w Rio de Janeiro w 2016 i zimowa w Vancouver w 2010, z których to stwierdzeń w żaden sposób nie wynika, która z wymienionych dat jest terazniejszą i która (ewentualnie) ma właśnie miejsce.

Czy możliwe jest takie zmodyfikowanie tej koncepcji stawania się, aby można było mówić rzeczywiście o upływie czasu i istnieniu terazniejszości oddzielającej przeszłość od przyszłości? Wydaje się, że z pomocą koncepcji *absolutnego stawania się* Broad — z zachowaniem jej absolutności w sensie niezrelatywizowania do momentów czasu czy też zdarzeń — jest to możliwe. Broad formułował swoją koncepcję w języku zdarzeń, natomiast w języku rzeczy, który wydaje się bardziej zdalny do opisu upływu czasu i stawania się, o *wchodzeniu w istnienie, stawaniu się* lub *dynamicznym istnieniu rzeczy* możemy mówić wtedy, kiedy mamy *endurujący* (czyli dany w całości każdej chwili czasu) wszechświat, w którym pojawia się coś, czego nie było, lub znika coś, co było, endurujące rzeczy nabywają, tracą lub zmieniają swoje własności, czyli musimy mieć coś, co wychodzi poza ontologię (poprzez wyróżniony status rzeczy, które *istnieją* — w sensie tensowym oczywiście) i język (poprzez tensowe i nierelacyjne pojęcia „terazniejszości”, „przeszłości” i „przyszłości”) blokowej koncepcji czasu.³⁶ Różnica pomiędzy stawaniem się *zdarzeń* i stawaniem się *rzeczy* polega na tym, że te pierwsze *wchodzą w istnienie po to, aby przeminąć*, te drugie zaś *trwają w czasie* zachowując swoją tożsamość, czyli *dynamicznie istnieją* albo *endurują*. Związek pomiędzy tymi dwoma obrazami świata jest dosyć naturalny: zdarzenia polegają na tym, że rzeczy nabywają, zmieniają lub tracą swoje własności.

To, co jest konieczne, aby rzeczywiście można było mówić o prezentyzmie i obiektywnym upływie czasu, to przejście do tensowego języka i, przede wszystkim, radykalna zmiana ontologii polegająca na wprowadzeniu rozróżnienia pomiędzy tym, co *jest* (albo *staje się*), tym, co *było* (lub *stawało się*) i tym, co dopiero *będzie istniało* (*będzie się stawało*). Nie może to jednak oznaczać powrotu do klasycznej intuicji czasu jako następowania po sobie kolejnych, tych lub innych, warstw równoczesności. To, co jest dobre w metafizycznych koncepcjach Dorato i Dieksa, to lokalność stawania się i tym samym upływu czasu, słabością jest zastosowanie beztensowego pojęcia istnienia. Obaj autorzy wprowadzają tę lokalność, o czym piszę w dalszej części pracy, w odpowiedzi na argument Gödla, strategii tej można jednak nadać głębszy sens. Mianowicie, jak pokazywał Prior i jego następcy, „terazniej-

³⁶ Broad formułował swoje idee w języku zdarzeń. Por. np. Savitt (2001b), Gołosz (2010c). Na to, że stawanie się przysługuje raczej rzeczom niż zdarzeniom zwrócił uwagę Sellars (por. przyp. 30), natomiast problem sposobu trwania rzeczy w czasie jest znacznie późniejszy — analizowany jest w filozofii poczynając, o ile mi wiadomo, dopiero od prac Johnstona (1983) i Lewisa (1986). O bliskich związkach prezentyzmu z endurantyzmem piszą Merricks (1994, 1995) i Hinchliff (1996). Por. również Gołosz (2010c).

szłość” nie jest terminem pierwotnym, niezależnym od tego, jak rozumiemy istnienie — wprost przeciwnie *być terażniejszym* to znaczy właśnie *istnieć*.³⁷ Konsekwencje tego faktu, niedostrzeżone — o ile mi wiadomo — przez Priora, są bardzo poważne; jeżeli „teraźniejszość” nie jest terminem pierwotnym, nie można określać upływu czasu przez ruch albo sukcesję kolejnych warstw *Teraz*, a należy raczej najpierw zastanowić się, w jaki sposób rzeczy i zdarzenia wchodzą w istnienie, a potem dopiero określać terażniejszość jako to, co istniejące. Możliwość taką daje broadowskie pojęcie absolutnego stawania się. Według Broada, *wchodzenie w istnienie*, czyli jego *absolutne stawanie się*, przysługuje zdarzeniom lub rzeczom — jeżeli zechcemy pójść, tak jak proponuję tutaj, za Sellarsem — i jako takie musi być *lokalne*. Teraźniejszość natomiast, zgodnie z tym, co proponuje Prior, jest już czymś *pochodnym i wtórnym*: składa się ze zdarzeń i rzeczy, które uznajemy za współistniejące. Przy tym naturalnym dla prezentysty rozwiązaniem jest przyjęcie, że tak rozumianą terażniejszość tworzą rzeczy i zdarzenia, które są równoczesne. Jest to bliskie naszemu intuicyjnemu rozumieniu terażniejszości i rozwiązuje solipsystyczne kłopoty wiązane z punktowym *Tu-teraz*.

Otrzymujemy w ten sposób metafizyczną teorię *lokalnego* upływu czasu, w której upływ czasu polega na dynamicznym istnieniu (tensowym i nierelacyjnym) lub stawaniu się rzeczy. Fundamentalnym faktem jest tutaj lokalność upływu czasu; jest to po prostu sposób *dynamicznego istnienia* poszczególnych obiektów, których historia tworzy ich linie świata. Upływ czasu nie jest zatem związany z żadną konkretną hiperpowierzchnią stałego czasu. Natomiast w takim świecie składającym się z dynamicznie istniejących, lub stających się obiektów, można zawsze zapytać: no dobrze, powiedzmy, że mamy tensowo i nierelacyjnie istniejącą rzecz, ale czy nie powinniśmy w takim razie przyjąć, że ona sama tworzy dla siebie solipsystyczną terażniejszość, jak np. u Steina, Dieksa? Odpowiedź brzmi ‘nie’, dlatego że jeśli tylko nie mamy do czynienia z jakąś patologiczną czasoprzestrzenią, to mamy pewną hiperpowierzchnię równoczesności dla naszego obiektu i ją możemy potraktować jako współ-teraźniejszość tego zdarzenia, jednocześnie wprowadzając predykaty dwuarumentowe do swojego języka, po to, aby mówić o relacjach ‘równoczesności’, ‘bycia wcześniej’ i ‘bycia później’. W ten właśnie sposób rzeczom i zdarzeniom, istnieje-

³⁷ „Zanim przejdę do dyskusji pojęcia tego co terażniejsze, chciałbym przedyskutować pojęcie tego, co realne. Te dwa pojęcia są ściśle ze sobą połączone; zgodnie z moim poglądem, tak naprawdę, są one jednym i tym samym pojęciem i to, co terażniejsze, *jest* po prostu tym, co realne, rozpatrywanym przez odniesienie do dwóch specjalnych rodzajów tego, co nierealne, mianowicie tego, co przeszłe, i tego, co przyszłe” (Prior (1970), s. 245). „(...) (T)eraźniejszością danego zdarzenia *jest* właśnie to zdarzenie. Teraźniejszością mojego wykładu, na przykład, *jest* właśnie mój wykład” (Prior 1970, s. 247). „Być terażniejszym to po prostu być, istnieć, i być terażniejszym w pewnym danym czasie to właśnie istnieć w tym czasie — ani mniej, ani więcej” (Christensen 1993, s. 168). Warto tu jednak przypomnieć, że Prior nie chciał zaakceptować zmian, jakie do naszych wyobrażeń czasu wniosła STW. Swój sprzeciw wyraził w pracach (1970) oraz w „Some Free Thinking about Time”, szczególnie ostro w tej ostatniej.

jącym w sensie tensowym i nierelacyjnym, można *wtórnie i pochodnie* przypisać pewne hiperpowierzchnie równoczesności.

Obraz świata, jaki wylania się z tych rozważań, a który należy skonfrontować z teorią względności, jest zatem następujący: świat składa się z *istniejących dynamicznie (stających się lokalnie)* obiektów, których historie odmierzone czasem własnym tworzą — dobrze znane z teorii względności — linie świata. Ich sposobem istnienia jest endurowanie, czyli każdy z nich istnieje w całości w każdej chwili czasu. Teoria względności mówi nam, że nie ma absolutnej (niezależnej od obserwatora) terażniejszości (o ile tylko chcemy ją traktować jako rozciągłą), ponieważ równoczesność jest zrelatywizowana do obserwatora. Wydaje się w związku z tym, że najlepszym rozwiązaniem dla prezentysty, który nie chce wpaść w solipsyzm, jest przyjęcie, że terażniejszość jest zrelatywizowana do układu odniesienia. W ten sposób *przyjmuje się za współlistniejące (lub współstające się) zdarzenia i obiekty równoczesne w danym układzie odniesienia a za terażniejszość hiperpowierzchnię zdarzeń równoczesnych dla obserwatora (lub obiektu) związanego z tym układem*, czyli hiperpowierzchnie ortogonalne do linii świata obserwatora (lub danego obiektu). Tego typu relatywizacja współlistnienia i terażniejszości do układu odniesienia nie oznacza jednak, co trzeba podkreślić, stoczenia się w eternalistyczną ontologię i przejścia na język *B*-teorii, dlatego że w układzie odniesienia związanym z pewnym dynamicznie istniejącym obiektem i jego linią świata też można mówić o tym, że rzeczy stają się, a kolejne zdarzenia wchodzą w istnienie, tworząc „płynące” *Teraz*; taki dynamicznie istniejący (stający się) obiekt ma po prostu „swoją” zmieniającą się terażniejszość.

Proponowane rozwiązanie wydawać się może w pierwszej chwili paradoksalne, ale w jego obronie można wytoczyć ważne argumenty. Nie jest ono co prawda zgodne z klasycznym rozumieniem upływu czasu, jako sukcesji kolejnych warstw *Teraz*, ale jak starałem się wcześniej pokazać, takie rozumienie upływu czasu jest nie do utrzymania na gruncie teorii względności, jeżeli nie chcemy jej zasadniczo modyfikować. Upływ czasu nie jest tu związany z żadną szczególną hiperpowierzchnią równoczesności, ponieważ upływ czasu i stawanie się są określone *lokalnie* dla poszczególnych obiektów, które stają się lub wchodzą w istnienie, tworząc swoje linie świata. Natomiast to, że możemy konstruować składające się ze współlistniejących zdarzeń i rzeczy *Teraz*, mające postać pewnej hiperpowierzchni zdarzeń równoczesnych, zależnej od układu odniesienia związanego z danym obiektem, jest już czymś pochodnym i wtórnym; taka terażniejszość składa się ze zdarzeń i rzeczy, które są, używając języka Sklary, epistemologicznie niedostępne i nie mają żadnych szans (jeśli pominąć zamknięte linie kauzalne pojawiające się w niektórych modelach OTW) na to, aby wpłynąć na, lub być poddane wpływowi, innych zdarzeń względnie równoczesnych. Fakt, że w różnych układach odniesienia, różne zdarzenia mogą być terażniejsze i istniejące, nie jest w żaden sposób niepokojący, dlatego że struktura kauzalna czasoprzestrzeni nie zmienia się przy przejściu z układu do układu (czyli jest niezmiennicza względem transformacji Poincarégo). Dodać też można, że poszczególne hiperpowierzchnie równoczesności, które możemy zajmować jako różni

obserwatorzy, różnią się między sobą w minimalnym stopniu ze względu na niewielki (w porównaniu z prędkością światła) zakres dostępnych nam prędkości.

Mogłoby się również wydawać, że słabością tej koncepcji — w porównaniu z koncepcją Steina punktowej terażniejszości i jego względnego stawania się ograniczonego do (domkniętego) stożka przeszłości — jest wyjście poza niezmienniczą strukturę czasoprzestrzeni Minkowskiego w tej jej części, w której jest mowa o tym, co współistnieje i co jest terażniejsze. Trzeba tu jednak przypomnieć, że niezmienniczą „czystość” koncepcja Steina osiągnęła za bardzo poważną cenę — eliminację z ontologii (zbioru tego, co *stało się* i jest już *określone*) tego wszystkiego, co znajduje się poza stożkiem świetlnym danego zdarzenia, czyli — z grubsza biorąc — połowy czasoprzestrzeni. Zgodnie z koncepcją Steina nic nie dzieje się *Teraz*, kiedy piszę te słowa, ani na Słońcu, ani w odległej galaktyce, ani nawet w najbliższej okolicy, chociaż za chwilę mogą ponosić mniej lub bardziej poważne konsekwencje niektórych spośród tych „nieistniejących” zdarzeń. Prezentowana powyżej koncepcja rozwiązuje ten problem. Nie należy się w żaden sposób dziwić, że wychodzimy w realnym świecie poza abstrakcyjną strukturę niezmienników transformacji Poincarégo, czyli obiektów wspólnych dla wszystkich możliwych modeli STW, z tej prostej przyczyny, że nie jesteśmy mieszkańcami *klasy modeli* tylko raczej samych *modeli*, czyli — mówiąc inaczej — nie żyjemy w świecie platońskich abstraktów tylko bardziej przyziemnych, ale za to realnych konkretów.

Wracając do argumentacji Putnama i przyjętego przez niego założenia o przechodności relacji „bycia realnym względem”, należy zauważyć, że na gruncie przyjętego w tej pracy rozwiązania relacja ta jest przechodnia, ale tylko w danym układzie odniesienia. Przestaje być przechodnia, gdy przechodzimy z jednego układu odniesienia do drugiego.

W dynamicznej koncepcji istnienia, której bronię, upływ czasu nie polega zatem na ruchu tej czy innej warstwy *Teraz* ani też nie określa się istnienia przez takie czy inne odwołanie do tego, co terażniejsze. Wprost przeciwnie, pojęcie istnienia rozumiane za Broadem dynamicznie jako stawanie się jest pojęciem pierwotnym — w duchu Piora i jego szkoły — które służy do określania terażniejszości (jako tego, co chwilowo istnieje), przeszłości (jako tego, co istniało) i przyszłości (jako tego, co będzie istniało). To, co nazywamy upływem czasu — zgodnie z rozwijaną tu i inspirowaną ideami Broada i Sellarsa koncepcją — polega na sposobie, w jaki istnieją poszczególne rzeczy i składający się z nich cały świat; jest to dynamiczne i lokalne ze swojej natury istnienie poszczególnych składników polegające na ich *stawaniu się* lub *dynamicznym istnieniu*. To jest najbardziej fundamentalna cecha świata, natomiast konstruowanie kolejnych hiperpowierzchni terażniejszości jest już czymś pochodnym. Podobnie jest czymś wtórnym i pochodnym uporządkowanie zdarzeń według relacji ‘wcześniej niż’ i ‘później niż’ stające się rzeczy mają swoje historie w postaci znanych dobrze z teorii względności i skierowanych ku przyszłości linii świata, zdarzenia na linii świata danego obiektu, które *istniały*, są wcześniejsze w sposób absolutny niż te, które *istnieją* lub *będą istniały* i podobnie absolutnie wcze-

śniejšie są zdarzenia i rzeczy, oddziaływanie z którymi *zaistniało*, *istnieje* lub przynajmniej *miało szanse zaistnieć* (nie wszystkie zdarzenia (i rzeczy) z absolutnej przeszłości danego zdarzenia (lub rzeczy) wchodzą w oddziaływanie z takim zdarzeniem lub rzeczą). Względnie wcześniejsze od danego *istniejącego* zdarzenia (lub rzeczy), są takie zdarzenia (lub rzeczy), które nie są absolutnie wcześniejsze od tego zdarzenia (lub rzeczy), ale są za to absolutnie wcześniejsze od pewnego zdarzenia (lub rzeczy) na hiperpowierzchni terażniejszości wyjściowego zdarzenia (lub rzeczy). W ten sam sposób można wprowadzić pojęcia ‘później niż’.

Uporczywe trzymanie się wizji upływającego czasu jako następujących po sobie warstw równoczesności wynikało z faktu, że traktowano pojęcie ‘teraźniejszości’ jako niezależne od pojęcia istnienia i próbowano właśnie w związku z tym wyobrazić sobie upływ czasu jako globalne następowanie po sobie kolejnych warstw chwilowych *Teraz*. Na gruncie fizyki newtonowskiej takie wyobrażenie płynącego czasu nie sprawia żadnych trudności, nie jest natomiast możliwe przeniesienie go na grunt fizyki relatywistycznej ze względu na względność równoczesności. W zaproponowanej koncepcji upływu czasu, inspirowanej z jednej strony pomysłami Broada, Piora i Sellarsa, a z drugiej Čapka, Whitrowa, Shimony’ego, Dieksa i Dorato, upływ czasu jest lokalny, a traktuje się jako pewien sposób dynamicznego (i lokalnego) istnienia wszystkich obiektów we wszechświecie. Historie takich obiektów tworzą ich linie świata a terażniejszość — jako pewien obiekt pochodny — jest rozumiana jako ogół obiektów równoczesnych w danym układzie odniesienia. Taka metafizyczna koncepcja płynącego czasu uwalnia nas od wspomnianego klasycznego wyobrażenia kolejnych warstw *Teraz* wchodzących w istnienie bez potrzeby wprowadzania żadnych dodatkowych struktur do czasoprzestrzeni Minkowskiego i — mówiąc ogólniej — teorii względności.

Prezentowana tu koncepcja wymaga zmiany podejścia do czasoprzestrzeni Minkowskiego; należy traktować ją tylko jako pewien abstrakcyjny obiekt, który umożliwia zapis przeszłej i przyszłej historii obiektów i związanych z nimi zdarzeń, których historie tworzą linie świata tych obiektów. Takie rozumienie umożliwia potraktowanie czasoprzestrzeni jako zbioru składającego się z *przeszłości, która była, terażniejszości, która jako jedyna rzeczywiście istnieje*, i *przyszłości, która dopiero zaistnieje dla obiektów rozpatrywanego układu odniesienia*, bez zobowiązań ontologicznych co do istnienia (aktualnego) przeszłości i przyszłości. W ten sam sposób mogę, na przykład, zaznaczyć na mapie trasy moich *możliwych* podróży wakacyjnych, nie zobowiązując się bynajmniej tym samym do uznawania istnienia światów możliwych (ani ich czasoprzestrzeni), albo narysować na wykresie diagram zmian indeksów giełdowych z ostatnich paru lat, nie zobowiązując się do uznania realnego istnienia przeszłości. W obu przypadkach pozytywna lub negatywna decyzja dotycząca tego, co istnieje, zależy od dodatkowych rozstrzygnięć metafizycznych. Z tego samego powodu nie musimy uznawać realnego istnienia całej rozmaitości czasoprzestrzennej tylko dlatego, że używamy jej do zapisu historii i ewolucji różnych układów. W tym przypadku pozytywna lub negatywna decyzja zależy również od dodat-

kowych rozstrzygnięć metafizycznych.³⁸ Podejście blokowe wydaje się wygodniejsze wtedy, gdy przyjmujemy ontologię zdarzeń i szukamy matematycznych modeli czasoprzestrzeni, podejście prezentystyczne zaś wydaje się bardziej adekwatne wtedy, gdy przyjmujemy ontologię rzeczy, które trwają endurując.

Przedstawioną powyżej koncepcję upływu czasu można przenieść na grunt OTW i tym problemem, jak również bardziej ogólnie, kwestią upływu czasu przy założeniu obowiązywania tej teorii, chciałbym się zająć obecnie.

3. UPŁYW CZASU I OTW

Tak, jak w przypadku STW, rozpocznę od najważniejszej pracy dotyczącej tej problematyki, którą jest ponownie artykuł Gödla z 1949 r.

3.1 Argumenty Gödla

W swoim krótkim, zaledwie sześciostronicowym artykule, Gödel formułuje — poza analizowanymi już i opartymi na STW — jeszcze dwa argumenty przeciwko obiektywności upływu czasu oparte na OTW, z których przynajmniej jeden jest bardzo ważny. Gödel powtórnie odwołuje się tu do swojej idei upływu czasu jako „nieskończonej liczby warstw *Teraz*, które wchodzą sukcesywnie w istnienie” i zauważa, że jakkolwiek STW przez równouprawnienie różnych obserwatorów nie daje oparcia dla takiej koncepcji upływu czasu, jej zwolennik może próbować odwołać się do OTW i na jej podstawie budować swoją teorię; istnienie materii zakrzywiającej czasoprzestrzeń znosi w poważnym stopniu równoważność różnych obserwatorów i wyróżnia wyraźnie niektórych z nich spośród reszty, tych mianowicie, którzy poruszają się zgodnie ze średnim ruchem materii we wszechświecie. Wynik obliczeń średniego ruchu materii może zależeć w istotny sposób od wielkości obszaru, dla którego obliczamy średnią, dlatego też, jak zauważa Gödel (1949a, s. 559), powinniśmy przestrzegać zasady, iż obszar, na którym obliczamy taki średni ruch, powinien być na tyle duży, że dalsze jego zwiększanie nie zmienia w istotny sposób otrzymanej wartości. W naszym świecie możemy się spodziewać, iż będzie to obszar zawierający wiele systemów galaktycznych. Należy tu dodać, że we wszystkich znanych do czasów Gödla kosmologicznych rozwiązaniach równań pola grawitacyjnego lo-

³⁸ Można tu znowu przywołać Priora (np. 1968), który pokazywał, że mówienie o przeszłości i przyszłości nie musi pociągać za sobą zobowiązań ontologicznych dotyczących istnienia przeszłości lub przyszłości: zgodnie z proponowanym przez niego podejściem, użycie czasownika w czasie przeszłym lub przyszłym jest dokładnie tym samym, co dodanie odpowiedniego przysłówka do zdania, pełniącego rolę funkora przyszłości lub przeszłości. W ten sposób zdania takie w nie większym stopniu zobowiązują nas do uznania istnienia np. dinozaurów niż negacje zobowiązują nas do uznania istnienia negatywnych stanów rzeczy lub modalne zdania do uznania istnienia możliwych stanów rzeczy i realizmu modalnego.

kalne czasy obserwatorów związanych ze średnim ruchem materii zgadzały się ze sobą i tworzyły jednolity czas kosmiczny, który mógł być uznany za ten „prawdziwy” płynący obiektywnie, podczas gdy różnice pomiarów innych obserwatorów mogły być wyjaśnione ich ruchem zachodzącym względem średniego ruchu materii.

Idea takiego powiązania upływu czasu ze średnim ruchem materii rzeczywiście znajdowała zawsze swoich zwolenników: Gödel na przykład pisze o Jamesie Jeansie, a współcześni jej wyznawcy to m.in. Q. Smith oraz J. R. Lucas.³⁹ Słynny logik wysuwa przeciwko takiej koncepcji upływu czasu dwa zarzuty. Po pierwsze, opisana powyżej procedura służąca do obliczania średniego ruchu materii może nam dać tylko przybliżoną definicję absolutnego czasu. Można oczywiście próbować ją uściślić, ale tylko za cenę wprowadzenia do niej mniej lub bardziej arbitralnych elementów (np. wielkości mierzonego obszaru czy funkcji wagowej potrzebnej do uśredniania) i jest wątpliwe, aby istniała precyzyjna definicja, która byłaby pozbawiona arbitralności, a to stawiać ma pod znakiem zapytania całą ideę powiązania upływu czasu ze średnim ruchem materii (1949a, s. 560, przyp. 9). Po drugie zaś — i tu się pojawia najciekawszy w całej pracy argument — Gödel znalazł nowe rozwiązania równań pola grawitacyjnego Einsteina, w których powyżej opisana procedura wprowadzania absolutnego czasu nie daje się zastosować. Te rozwiązania to znane rozwiązania Gödla opisujące możliwy wszechświat, w którym cała materia znajduje się w stanie jednostajnej, sztywnej rotacji. We wszechświecie takim lokalne czasy poszczególnych obserwatorów nie dają się złożyć na jeden wspólny czas kosmiczny, który miałby odpowiadać za globalny porządek czasowy i upływ czasu rozumiany jako ‘sukcesywne wchodzenie w istnienie kolejnych warstw równoczesności’.⁴⁰ Co więcej, okazało się — i to jest najciekawsza cecha znalezionej rozwiązania — że w takim rotującym wszechświecie Gödla w każdym jego punkcie istnieją przechodzące przez niego zamknięte, zorientowane czasowo krzywe czasopodobne, które umożliwiają podróż wzdłuż takiej krzywej i powrót do punktu wyjścia.⁴¹

³⁹ Gödel odwołuje się do pracy Jeansa (1936). Wymienieni Smith i Lucas formułują swoje poglądy następująco: „If there is objective time flow, it is logically necessary that there is a privileged reference frame. Objective time flow and STR are not compatible. But it is compatible with GTR. (...) The solutions of the field equations accepted by the contemporary cosmologists are Friedmann’s solutions, which describe an expanding universe that contains homogenous and isotropically distributed matter. (...) Objective time flow consists in the successive becoming present of different surfaces of homogeneity” (Smith 2002, §3). „In many of the models that cosmologists use-solutions of the field equations of the General Relativity — there is a worldwide cosmic time that flows, if not evenly and uniformly, at least generally and universally” (Lucas 1999, s. 10).

⁴⁰ Gödel (1949a, b). Za Malamentem (1995, s. 263) można tu przypomnieć, iż brak rotacji materii wypełniającej wszechświat jest warunkiem koniecznym i wystarczającym istnienia „naturalnego pojęcia równoczesności” względem linii świata materii wypełniającej wszechświat, w postaci hiperpowierzchni równoczesności ortogonalnych do tych linii świata.

⁴¹ Gödel (1949a, s. 561) oszacował nawet prędkość statku kosmicznego, który potrzebny byłby do takiej podróży; miałaby ona wynosić co najmniej $1/\sqrt{2}$ prędkości światła.

Przeprowadziwszy powyższe rozumowanie, Gödel zauważa oczywiście natychmiast, że nasz świat nie jest zgodny z tym opisanym w jego modelu, ponieważ nie mamy w naszym świecie jednostajnej stałej rotacji, mamy za to ekspansję materii spowodowaną rozszerzaniem się wszechświata, i zadaje sobie pytanie, czy wobec tego jego model rotującego wszechświata może mieć jakiegokolwiek znaczenie dla upływu czasu w naszym świecie. Odpowiada pozytywnie: jeżeli ktoś chciałby twierdzić, że w naszym świecie, reprezentowanym przez model, w którym czas absolutny może być zdefiniowany, czas mimo wszystko płynie, chociaż w innym możliwym, znalezionym przez Gödla, nie płynie, oznaczałoby to, że upływ czasu zależy od szczególnego rozkładu materii, co wydaje się rozwiązaniem daleko niesatysfakcjonującym.

Tak wyglądają argumenty Gödla. A co może powiedzieć o nich zwolennik obiektywności upływu czasu? Pierwszy argument, w którym mówi się o trudnościach ze znalezieniem średniego ruchu materii i w konsekwencji ze zdefiniowaniem absolutnego czasu, jest natury epistemologicznej raczej niż ontologicznej — Gödel nie podaje tam argumentów za nieistnieniem absolutnego czasu, a mówi tylko o trudnościach z jego precyzyjnym określeniem, co oczywiście nie dowodzi w żaden sposób jego nieistnienia.⁴²

Drugi argument jest daleko poważniejszy; jeżeli przyjąć przesłanki Gödla, tzn. jego rozumienie upływu czasu (jako „nieskończonej liczby warstw ‘teraz’, które wchodzi sukcesywnie w istnienie”) oraz krok ‘modalny’ w jego rozumowaniu od świata rotującego, w którym nie ma upływu czasu do każdego innego, to odrzucenie upływu czasu wydaje się koniecznością. Przyjrzyjmy się zatem tym przesłankom, poczynając od tej drugiej. Prawomocność tego kroku podważa Earman (1995, s. 197-198). Uważa on, że jeżeli mamy prawo stwierdzać, że

- i) „Przestrzeń rzeczywistego świata jest otwarta, ale gdyby gęstość masy byłaby trochę większa, przestrzeń byłaby zamknięta.”
- ii) „Czas w rzeczywistym wszechświecie płynie nieograniczenie w przyszłość ale gdyby gęstość materii była większa, wszechświat uległby w końcu kolapsowi grawitacyjnemu i czas doszedłby do swego kresu.”

to nie ma powodu, dla którego nie mielibyśmy uznawać odrzucanej przez Gödla tezy mówiącej, że

- T) „Czas w naszym wszechświecie płynie, ale gdyby rozkład i ruch materii były inne, wtedy nie byłoby spójnego porządku czasowego i w ten sposób czas nie płynąłby.”

Earman dodaje jeszcze (s. 199): „Poza naszym doświadczeniem czasu, mamy jeszcze pełny asortyment innych doświadczeń, które popierają naszą konkluzję, iż nie

⁴² Innego kontrargumentu używa Earman (1995, s. 196); według niego dla klasy modeli, które biorą pod uwagę Jeans i Gödel, można udowodnić istnienie rodziny przekrojów czasowych z minimalną wewnętrzną krzywizną i dla tej rodziny zdefiniować „prawdziwy czas”.

mieszkamy we wszechświecie typu Gödla, ale raczej we wszechświecie, który spełnia wszystkie geometryczne warunki potrzebne do upływu czasu.”

Z tym ostatnim twierdzeniem Earmana trudno się nie zgodzić, ale w żaden sposób nie przenosi się to niestety na wcześniejszą część argumentacji przez analogię; pomiędzy (i), (ii) z jednej strony oraz (T) z drugiej — zachodzi istotna różnica polegająca na tym, że równania pola grawitacyjnego Einsteina mówią nam, że zachodzą rzeczywiście pierwsze dwa warunki (i) oraz (ii), nie mówią nam natomiast absolutnie nic na temat ewentualnych związków pomiędzy upływem czasu i rozkładem materii, czyli na temat związków, o których jest mowa w tezie (T). Byłoby chyba rzeczą zbyt dużą dodawać, że Earman też takiej teorii nie formułuje, i trudno go za to winić, dlatego że tak naprawdę nie tylko nie wiadomo, jak taka teoria miałaby wyglądać, ale co więcej można mieć poważne wątpliwości co do tego, czy taka teoria w ogóle istnieje.⁴³

Wydaje się zatem, że przypadkowy rozkład materii nie może mieć wpływu na to, czy istnieje upływ czasu, czy też nie, i nie mamy podstaw, aby kwestionować drugą przesłankę Gödla, a to, co nam pozostaje, to zbadanie prawomocności tej pierwszej. Tym właśnie problemem chciałbym zająć się teraz, powracając do problematyki poruszanej we wcześniejszym paragrafie.

Wspominałem już w części drugiej swojego artykułu, że koncepcje Dieksa, Dorato były po części próbą odpowiedzi na argument Gödla i autorzy piszą wprost o tym, że ich rozwiązania dają się stosować nawet w przypadku takich patologicznych typów czasoprzestrzeni, jakie pojawiają się w rozwiązaniu Gödla. Jest tak rzeczywiście, dlatego że w koncepcjach tych neguje się ideę czasu jako sukcesji kolejnych warstw teraźniejszości i wprowadza się zamiast tego lokalne stawianie się. Podobnie radzą sobie z argumentem Gödla inne metafizyczne teorie wpływającego czasu, które negują jego koncepcję upływu czasu, na przykład teorie Čapka, Whitrowa, Shimonyn’ego.⁴⁴ Pisałem też wcześniej o słabościach tych koncepcji i o powodach, dla których za najlepsze rozwiązanie problemu upływu czasu uważam zmodyfikowaną koncepcję Dieksa i Dorato; modyfikacja ta dotyczyła zarówno ontologii — odróżnienie na różności czasoprzestrzennej tego, co *jest* (czyli oczywiście teraźniejszości) od tego, co *było* (przeszłości), i tego, co *będzie* (przyszłości) — jak i języka, w tym ostatnim poprzez wprowadzenie tensowych pojęć teraźniejszości, przeszłości i przyszłości oraz tensowych form czasowników. Podobnie, jak w przypadku oryginalnych koncepcji Dieksa i Dorato, istnienie zamkniętych linii czasopodobnych nie jest problemem w tej zmodyfikowanej wersji, dlatego że upływ czasu i stawianie się określone są tu *lokalnie* jako dynamiczny sposób istnienia poszczególnych obiektów,

⁴³ Można podać poważne argumenty na rzecz tezy, że upływ czasu nie da się opisać teorią fizyczną, dlatego że jest tylko metafizycznym założeniem, na którym opiera się nauka, wyjaśniającym jej nieustające zainteresowanie układami dynamicznymi. Por. Gołosz (2010c).

⁴⁴ Čapek (1966-1976, s. 507) zauważa tę samą słabość argumentacji Gödla: „Gödel’s conclusion would have been correct if lapse of time or duration were completely synonymous with the classical even-flowing Newtonian time consisting of the successions of the world wide instants.”

których historia opisana jest linią świata każdego z nich i odmierzana ich czasem własnym.

Zmiana, która wprowadza do przedstawionego modelu upływającego czasu OTW, jest do pewnego stopnia techniczna i polega — wtedy gdy zastanawiamy się nad geometrycznym kształtem zbioru zdarzeń teraźniejszych — na konieczności zastąpienia hiperpłaszczyzn hiperpowierzchniami ortogonalnymi do linii świata, które niekoniecznie muszą być płaskie. W modelach czasoprzestrzeni stabilnych przyczynowo, w których istnieje funkcja globalnego (albo kosmicznego) czasu,⁴⁵ a które opisują — jak sądzimy — również nasz świat, istnieją przestrzennopodobne hiperpowierzchnie równoczesności, które możemy interpretować jako hiperpowierzchnie teraźniejszości. W modelach niespełniających warunku stabilnej przyczynowości takie hiperpowierzchnie co prawda nie istnieją, ale nie jest to żadną przeszkodą dla prezentowanej koncepcji upływu czasu, dlatego że upływ czasu — co jeszcze raz warto przypomnieć — jest w niej określony *lokalnie* i niezależnie od istnienia hiperpowierzchni teraźniejszości.

Znalezione przez Gödla rozwiązanie równań Einsteina z zamkniętymi liniami czasopodobnymi miało jeszcze jedną ważną konsekwencję dla omawianego w tym artykule problemu upływu czasu. Pokazywało ono mianowicie, że to, co wcześniej było tylko i wyłącznie tematem literatury science-fiction — czyli podróże w czasie — stało się fizyczną możliwością, którą powinniśmy włączyć do naszego obrazu świata. Tą właśnie implikacją pracy Gödla chciałbym się zająć obecnie.

3.2 Podróże w czasie a upływ czasu

Już STW przewidywała pewien szczególny rodzaj podróży w czasie — podróż w przyszłość. Wystarczy znaleźć się w pojeździe poruszającym się z odpowiednio dużą prędkością — co jest przecież tylko kwestią techniczną — aby wykonać „skok” w przyszłość, wykorzystując znany fakt różnego biegu zegarów w układach poruszających się względem siebie.⁴⁶ Jednak to, co jest szczególnie niepokojące w podróżach w czasie ze względu na swoje różne możliwe następstwa, i co pojawia się właśnie w rozwiązaniu Gödla, to możliwość podróży w przeszłość. Znalezione przez Gödla rozwiązanie odnosi się wprawdzie do wirującego wszechświata i jako takie nie stosuje się do naszego świata, ale fizycy znaleźli inne teoretyczne rozwiązania, które mogą mieć zastosowanie do naszego świata — związane na przykład ze strunami kosmicznymi, które powstały we wczesnej fazie wielkiego wybuchu lub z tunelami czasoprzestrzennymi⁴⁷ — i to sprawia, że powinniśmy, przynajmniej czysto teoretycznie, brać taką możliwość pod uwagę.

⁴⁵ Por. przyp. 24.

⁴⁶ Inna czysto teoretyczna możliwość podróży w przyszłość to wnętrze czarnych dziur — por. np. Hawking (2005, r. 10), Davies (2002c).

⁴⁷ Por. np. Hawking (2005), Davies (2002c), Earman (1995) i zamieszczona tam bibliografia.

Przeciwno podróżom w czasie wysuwa się czasami znany argument natury logicznej; podróże takie, zgodnie z nim, miałyby być niemożliwe, ponieważ mogłyby prowadzić do sprzeczności logicznej takiej, jaka na przykład powstałaby wtedy, gdyby podróżnik w czasie zechciał zabić własnego dziadka.⁴⁸ W podobnym kierunku zmierza zaproponowana przez Hawkinga *hipoteza ochrony chronologii* mówiąca, że „prawa fizyki gwarantują, że makroskopowe ciała nie przenoszą informacji w przeszłość” (Hawking 2005, s. 210). Interpretowana radykalnie, jako „wykluczająca pętle przyczynowe” (Davies 2002c, s. 37), hipoteza powyższa, podobnie jak wcześniej wspomniany argument ze sprzeczności logicznej, nie wydaje się jednak dostatecznie uzasadniona, ponieważ nie bierze pod uwagę możliwości istnienia samouzgodnionych rozwiązań tego problemu. Np. Friedman (et. al., 1990) formułuje następującą *zasadę samo-zgodności* (*principle of self-consistency*):

Tylko takie rozwiązania praw fizyki mogą obowiązywać lokalnie w realnym świecie, które są globalnie spójne (*self-consistent*).

Zgodnie z tą hipotezą cofnąć się w przeszłość może ktoś (lub coś) kto (lub co) już tam był(o) i to w dokładnie takim samym stanie i takich samych okolicznościach. Czyli, na przykład, cofnąć się do obrad Okrągłego Stołu może tylko ktoś, kto brał już w nich udział, mając tę samą wiedzę i w ten sam sposób się zachowując, jak to miało miejsce w 1989 r. Rozwiązanie takie może wydawać się dosyć dziwne, jeżeli bierzemy pod uwagę podróżujących w czasie ludzi, staje się jednak ono bardzo fizyczne i naturalne, jeżeli bierzemy pod uwagę podróż w czasie wyłącznie obiektów nieożywionych. W przypadku, gdyby jednak podróżujący w czasie obiekt miał w jakiś sposób zmienić historię, mamy jeszcze jedną możliwość uniknięcia sprzeczności logicznej; przejście do alternatywnej historii w innym możliwym świecie.⁴⁹

Z powyższych rozważań wynika, że nie ma wystarczających podstaw, aby wykluczyć jakąś formę zamkniętych krzywych czasopodobnych, które umożliwiłyby cofnięcie się w przeszłość. Możliwość taka nie sprawia wprawdzie kłopotów eternaliście, który przyjmuje przecież beztensove trwanie przeszłości, może natomiast sprawiać kłopoty zwolennikowi istnienia obiektywnego upływu czasu⁵⁰ i to dwojakiemu rodzajowi; po pierwsze, sama możliwość powrotu do przeszłości, która już nie istnieje, wydaje się zakładać jakąś formę *trwania* tej przeszłości, czyli eternalizm. „Prezentysta nie ma do czego wracać, skoro przeszłość nie istnieje” — będzie utrzymywał akceptujący ten argument eternalista. Po drugie, podróżujący w prze-

⁴⁸ Argument ten uznaje np. Mellor (1998), s. 6, 135.

⁴⁹ Obie możliwości uniknięcia paradoksów związanych z podróżami w czasie rozpatruje — i nie odrzuca ich — Hawking (2005, r. 10). Możliwości samouzgodnienia w modelach z zamkniętymi krzywymi przyczynowymi biorą pod uwagę również m.in. Sklar (1974), s. 309-313; Davies (2002c), s. 36-37; Earman (1995), r. 6; Keller i Nelson (2001).

⁵⁰ Przedstawicielem tego rozpowszechnionego poglądu może być np. Godfrey-Smith (1980, s. 72-73), który pisze: „the metaphysical picture which underlies time travel talk is that of the block universe, in which the world is conceived as extended in time as it is in space”.

szłość obiekt może spotkać młodszą wersję samego siebie, co ma uniemożliwiać — jak twierdzą zwolennicy tego argumentu — trwanie przez endurowanie (czyli — przypomnijmy — trwanie obiektów w całości obecnych w każdej chwili czasu) właściwe obiektom w ontologii prezentystycznej.⁵¹

Błądność pierwszego argumentu pokazują Keller i Nelson (2001) w artykule, który ukazał się pod znamiennym tytułem „Presentist Should Believe in Time Travel”. Przytaczają oni dwa kontrargumenty. Po pierwsze, gdyby argument o niemożności podróży do tego, co nie istnieje, był prawdziwy, upływ czasu — jako swego rodzaju podróż do tego, co jeszcze nie istnieje — również nie byłby zgodny z metafizyką prezentyzmu, chociaż, jak wiemy, jest to jego podstawowe założenie.

Argument ten sam w sobie nie dowodziłby jeszcze w żaden sposób tego, że powrót do przeszłości jest również możliwy, ale Keller i Nelson mają w odwodzie jeszcze jeden argument. Załóżmy, mówią, że zachodzi następująca — zgodna z zasadą samo-zgodności — historia, możliwa z punktu widzenia eternalisty: pewna dziewczynka, o imieniu Jennifer, spotyka pewnego dnia starszą kobietę, z którą odbywa znaczącą dla jej późniejszej kariery rozmowę. Ta sama Jennifer kilkadziesiąt lat później już jako starsza kobieta zdobywa wehikul czasu i podróżuje w przeszłość po to, aby spotkać siebie samą w młodości i przeżyć *tę samą* rozmowę w drugiej roli. Można przy tym mówić o zachowaniu osobowej tożsamości Jennifer, wykorzystując na przykład koncepcję eternalisty Lewisa (1976) osobowej identyczności w terminach kauzalnej ciągłości. Jeszcze jedna idea Lewisa (1976), którą Keller i Nelson znajdują pomocną w swojej analizie, to rozróżnienie na *czas osobisty* (*personal time*), doświadczany przez Jennifer, i *obiektywny, zewnętrzny czas* płynący w świecie (2001, s. 339-340): w zewnętrznym czasie starsza Jennifer przybywa na spotkanie z młodszą przed wyruszeniem w swoją podróż wehikule czasu, w czasie osobistym natomiast spotyka siebie młodszą już po wyruszeniu w podróż w czasie. Jeżeli tego typu historia jest możliwa dla eternalisty, argumentują autorzy, nie ma powodu dla których nie dałoby się jej przełożyć na język prezentysty, w którym przedstawia się historię *upływającego* życia Jennifer i jej podróż do *przeszłości* — wystarczy w tym celu, aby prezentysta akceptował istnienie prawdziwych zdań odnoszących się do przeszłości i przyszłości.⁵²

Kontrargument Kellera i Nelsona można wzmocnić, przechodząc od języka do samej ontologii. Krytykowany przez nich argument zakłada, że podróż w przeszłość (czy też przyszłość) jest niemożliwa dlatego, że tej przeszłości (przyszłości) już nie ma. Jest to dla prezentysty oczywiście prawdą, że przeszłości i przyszłość nie istnieją, ale problem polega na tym, że podróż w przeszłość (przyszłość) odbywa się nie do przeszłości (czy przyszłości), która *jest* ani takiej, która w jakiś sposób musi być

⁵¹ Merricks (1995, s. 523-526) pokazuje bardzo prosto, że w ontologii prezentystycznej przedmioty muszą endurować; żaden przedmiot nie może mieć innego przedmiotu jako swojej części — co oznaczałoby perdurantyzm — jeśli ta część (jako przeszła lub przyszła) nie istnieje.

⁵² Prezentysta może tu się odwołać np. do logiki temporalnej — por. przypis 38.

reaktywowana, tylko do tej, która *była* (lub przyszłości, która *będzie*); starsza Jennifer nie zmienia czasu spotkania z sobą młodszą ani nie reaktywuje go z tego powodu, że znalazła się w pętli czasu — przeżywa to spotkanie *w przeszłości*. W gruncie rzeczy to taką właśnie ontologię zakładają Keller i Nelson w swoim kontrargumencie, kiedy chcą mówić o prawdziwości zdań odnoszących się do przeszłości i przyszłości; spotkanie starszej Jennifer z młodszą odbywa się *w przeszłości* i dlatego autorzy mogą — i to jest wystarczające dla ich argumentacji — uznać prawdziwość takich zdań.⁵³

W przypadku drugiego argumentu, który Keller i Nelson nazywają za Lewisem problemem bilokacji, autorzy ponownie wykorzystują dla celów swojej argumentacji opis i wyjaśnienia, jakie dla podróży w przeszłość udzielają ich ideowi przeciwnicy, w tym wypadku zwolennicy perdurantyzmu. Wróćmy do podróży Jennifer w przeszłość — według zwolenników wspomnianego poglądu, w momencie spotkania będzie istniała jedna część czasowa, będąca mereologiczną sumą młodszej i starszej Jennifer. To, co odróżnia obie składowe tego dziwnego tworu, którym jest w tym wypadku perdurantystyczna (dwugłowa, czworo-nożna i czworo-ręczna) część czasowa, to inny czas osobisty młodszej i starszej Jennifer, który pozwala na odróżnienie różnych *czasowych faz* lub *stadiów* (*temporal stages*) życia Jennifer. Teraz nic już nie stoi na przeszkodzie, uważają autorzy, aby wykorzystać te idee do spójnego endurantystycznego przedstawienia całej tej historii; można przecież również w tym wypadku powiedzieć o spotkaniu dwóch *czasowych faz* lub *stadiów* Jennifer, z których *każda jest w całości obecna* podczas spotkania, a odróżnialnych przez doświadczany przez nie czas osobisty.⁵⁴

Jest jednak pewna cena, którą zwolennicy endurantyzmu muszą zapłacić — według Kellera i Nelsona — za zgodność swojego poglądu z ideą bilokacji. Mianowicie, jeśli weźmiemy pod uwagę tzw. własności wewnętrzne (*intrinsic properties*) obiektów, takie jak kształty, kolory, które służą do określania rzeczy *bez* odwoływania się do innych obiektów, to endurantysta będzie musiał uznać, zdaniem autorów, że nie są one czysto wewnętrzne, tylko w pewien sposób zrelatywizowane do czasu. Argumentują Keller i Nelson w ten sposób, że jeśli nie potraktujemy własności wewnętrznych — na przykład koloru włosów młodszej i starszej Jennifer — jako w pewien sposób zrelatywizowanych do czasu, to nieuchronnie popadniemy w sprzeczność, każąc Jennifer mieć jednocześnie — powiedzmy — czarne i siwe włosy. Ograniczenie, o którym wspominają autorzy, nie wydaje się jednak poważne — byłoby takie tylko wtedy, gdyby zmuszało endurantystę do przyjęcia dwuznacznej metafizycznej koncepcji, zgodnie z którą własności uznawane przez nas za wewnętrzne są

⁵³ Jedyne zastrzeżenie, jakie można wnieść do tej części rozważań Kellera i Nelsona, dotyczy używanych przez nich za Lewisem (1976) pojęć czasu osobistego, doświadczanego przez Jennifer, i zewnętrznego, płynącego w świecie. Jeśli rozważania przeprowadzone w tym artykule są trafne, to nie ma podstaw do wprowadzania obiektywnego, zewnętrznego czasu innego niż czasy własne, doświadczane przez stojące się obiekty.

⁵⁴ Podobnie broni zgodności idei endurantyzmu i podróży w czasie Markosian (2004), s. 671-673.

naprawdę tylko relacjami, w jakich rzeczy pozostają do czasu. Tak jednak być nie musi: endurantysta może po prostu przyjąć, że własności te są po prostu funkcjami czasu lub są indeksowane czasowo, nie przestając być w ten sposób własnościami.⁵⁵

Krótko podsumowując tę część moich rozważań, chciałbym odnotować tylko tyle, że jeśli są one poprawne, to wbrew rozpowszechnionym przekonaniom podróże w przeszłość nie są sprzeczne ze stanowiskiem prezentyzmu.

4. UWAGI KOŃCOWE

Starałem się pokazać w swoim artykule, że oparta na idei Broada absolutnego stawania się koncepcja upływu czasu, w której co prawda stawanie się i upływ czasu są określone lokalnie, ale w której można również w sposób pochodny i wtórny wprowadzać rozciągłą terażniejszość jako pewną hiperpowierzchnię zdarzeń równoczesnych, daje się pogodzić z teorią względności. Koncepcja taka jest dynamiczna, wolna od solipsystycznego błędu Steina, nie wpada w pułapkę trudności „jak szybko i względem czego płynie czas?” i ma „pełnokrwistą” — co starałem się uzasadnić — *A*-teoretyczną postać, z niezrelatywizowanym do dowolnego momentu czasu, tensorowym i absolutnym pojęciem stawania się i istnienia.

Cena, jaką się płaci za przyjęcie takiej koncepcji, jest nieintuicyjność niektórych jej konsekwencji: konieczność zmiany naszych wyobrażeń dotyczących tego, czym jest upływ czasu, relatywność terażniejszości i odrzucenie przechodniości relacji „jest realny względem” w przypadku, kiedy przechodzimy z jednego układu odniesienia do drugiego. Ale jest też rzeczą oczywistą, że teoria względności nie pozwala nam na zachowanie klasycznych intuicji związanych z upływem czasu i że każde z możliwych rozwiązań w jakimś stopniu musi odejść od tych intuicji, dlatego też sądzę, że jest to cena, którą warto zapłacić.

BIBLIOGRAFIA

- Balashov, Y., Janssen, M. (2003), „Presentism and Relativity”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 54, s. 327-346.
- Broad, C. S. (1923), *Scientific Thought*, Routledge & Kegan Paul, London.
- Broad, C. D. (1938), *Examination of McTaggart's Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Callender, C. (2000), „Shedding Light on Time”, [w:] Howard, D. (ed.), *PSA 1998: Proceedings of the 1998 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, Part II: Symposia Papers. *Philosophy of Science*, Supplement to Vol. 67, Number 3.
- Čapek, M. (1976), „Inclusion of Becoming in the Physical World”, [w:] M. Čapek (red.), *The Concepts of Space and Time*, D. Reidel, Dordrecht (powiększone wyd. pracy z 1966 r.).

⁵⁵ Niektórzy endurantyści (np. Hinchliff i Merricks) uznają własności wewnętrzne za własności prawdziwe (*genuine*) lub własności *simpliciter*, inni (np. Mellor, Haslanger, van Inwagen) uważają, że są one tylko relacjami, w jakich przedmioty pozostają do czasu, lub też są własnościami w pewien sposób zrelatywizowanymi do czasu. Por. np. Hinchliff (1996), Merricks (1994).

- Christensen, F. M. (1993), *Space-like Time*, University of Toronto Press, Toronto.
- Craig, W. (2001), *Time and the Metaphysics of Relativity*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Czerniawski, J. (2009), *Ruch, przestrzeń, czas*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Davies, P. (2002a), *Czas. Niedokończona rewolucja Einsteina*, tłum. L. Kallas, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Davies, P. (2002b), „Zagadka upływającego czasu”, *Scientific American*, 11, s. 24-29.
- Davies, P. (2002c), „Jak zbudować wehikuł czasu”, *Scientific American*, 11, s. 32-37.
- Dieks, D. (1988), „Special Relativity and the Flow of Time”, *Philosophy of Science*, 55, s. 456-460.
- Dieks, D. (2005), „Becoming, Relativity, and Locality”, <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00002533/>, [wydane również w:] D. Dieks (red.), *The Ontology of Spacetime*, vol. 1. (2006), Elsevier, Amsterdam.
- Dorato, M. (2002), „On Becoming, Cosmic Time, and Rotating Universes”, [w:] C. Callender, (red.), *Time, Reality, and Experience*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Earman, J. (1995), *Bangs, Crunches, Whimpers, and Shrieks. Singularities and Acausalities in Relativistic Spacetimes*, Oxford University Press, Oxford.
- Eilstein, H. (1994), *O transjentyzmie*, cz. I, *Filozofia Nauki*, 2, s. 49-67, cz. II, *Filozofia Nauki*, 3-4, s. 67-91.
- Einstein, A. (1905), „Zur Elektrodynamik bewegter Körper”, *Annalen der Physik*, 17, s. 891-921, przekł. ang. W. Perrett, G. B. Jeffrey, (1952), *The Principle of Relativity*, Dover Publication, New York.
- Friedman, J. L., Morris, M. L., Novikov, I. D., Echeverria, F., Klinkhammer, G., Thorne, K. S., Yurtsever, U. (1990), „Cauchy Problem in Spacetimes with Closed Timelike Curves”, *Physical Review D*, 42, s. 1915-1930.
- Gödel, K. (1949a), „A Remark about the Relationship between Relativity Theory and Idealistic Philosophy”, [w:] P. A. Shilpp (red.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Open Court, La Salle, (1949), s. 557-562.
- Gödel, K. (1949b), „An Example of a New Type of Cosmological Solution of Einstein's Field equations of Gravitation”, *Review of modern Physics*, 21, s. 447-450.
- Gołosz, J. (2002), „Ruch, czas, przestrzeń”, *Filozofia Nauki*, 1, s. 7-31.
- Gołosz, J. (2005), „Structural Essentialism and Determinism”, *Erkenntnis*, 63, s. 73-100.
- Gołosz, J. (2010a), „Eternalizm i problem iluzji upływu czasu”, *Kwartalnik Filozoficzny*, (2010), 38, s. 105-122.
- Gołosz, J. (2010b), „‘Thank Goodness That's Over’”, *Principia*, przyjęty do druku.
- Gołosz, J. (2010c), „Czy istnieje upływ czasu?”, *Filozofia Nauki*, przyjęty do druku.
- Godfrey-Smith, W. (1980), „Travelling in Time”, *Analysis*, 40, s. 72-73.
- Grünbaum, A. (1973), *Philosophical Problems of Space and Time*, D. Reidel, Dordrecht (jest to II poszerzone wyd. pracy z 1963 r.).
- Hawking, S. (2005), *Ilustrowana krótka historia czasu*, tłum. P. Amsterdamski, Zysk i S-ka.
- Heller, M. (1991), *Osobliwy Wszechświat*, PWN, Warszawa.
- Hinchliff, M. (1996), „The Puzzle of Change”, *Philosophical Perspectives*, 10, *Metaphysics*, s. 119-136.
- Jeans, J. (1936), „Man and the Universe”, Sir Stewart Halley Lecture, [w:] *Scientific Progress*, McMillan, New York.
- Johnstone, M. (1983), *Particulars and Persistence*, (rozprawa doktorska), Princeton University, Princeton.
- Keller, S., Nelson, M. (2001), „Presentist Should Believe in Time Travel”, *Australasian Journal of Philosophy*, 79, s. 333-345.
- Lewis, D. (1986), *On the Plurality of the Worlds*, Basil Blackwell, Oxford.

- Lewis, D. (1976), „The Paradoxes of Time Travel”, *American Philosophical Quarterly*, 13, s. 145-152.
- Lucas, J. R. (1999), „A Century of Time”, [w:] J. Butterfield (red.), *The Arguments of Time*, Oxford University Press, Oxford.
- Mackie, J. (1983), „Three Steps toward Absolutism”, [w:] R. Swinburne (red.), *Space, Time, and Causality*, D. Reidel, Dordrecht.
- Malament, D. (1977), „Causal Theories of Time and the Conventionality of Simultaneity”, *Noûs*, 11, 293-300.
- Malament, D. (1995), „Introductory Note to 1949b”, [w:] K. Gödel, *Collected Works*, S. Feferman et. al. (red.), vol. 3, Oxford University Press, Oxford.
- Markosian, N. (2004), „Two Arguments from Sider’s *Four-Dimensionalism*”, *Philosophy and Phenomenological Research*, 68, s. 665-673.
- McTaggart, J. M. E. (1908), „*The Unreality of Time*”, *Mind*, New Series, 68, s. 457-484.
- Merricks, T. (1994), „Endurance and Indiscernibility”, *Journal of Philosophy*, 91, s. 165-184.
- Merricks, T. (1995), „On the Incompatibility of Enduring and Perduring Entities”, *Mind*, 104, s. 523-531.
- Mellor, D. H. (1981), *Real Time*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Mellor, D. H. (1998), *Real Time II*, Routledge, London.
- Myrvold, W. C. (2003), „Relativistic Quantum Becoming”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 54, s. 475-500.
- Pabjan, T. (2005), „O konwencjonalnym charakterze pojęcia równoczesności w szczególnej teorii względności”, *Zagadnienia Filozoficzne w Nauce*, 37, s. 53-72.
- Placek, T. (2002), „Branching for a Transient Time”, [w:] H. Eilstein (red.), *A Collection of Polish Works on Philosophical Problems of Time and Spacetime*, Synthese Library, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Prior, A. (1968), „Changes in Events and Changes in Things”, [w:] A. Prior, *Papers on Time and Tense*, Clarendon Press, Oxford, s. 11-14.
- Prior, A. (1970), „The Notion of the Present”, *Studium Generale*, 23, s. 245-248.
- Prior, A. (1996), „Some Free Thinking about Time”, [w:] B. J. Copeland (red.), *Logic and Reality: Essays on the Legacy of Arthur Prior*, Oxford University Press, Oxford, [przedrukowane w:] P. van Inwagen, D. W. Zimmerman (red.), *Metaphysics: The Big Questions*, Blackwell, Malden, (1998), s. 104-107.
- Putnam, H. (1967), „Time and Physical Geometry”, *Journal of Philosophy*, 64, s. 240-247.
- Reichenbach, H. (1958), *The Philosophy of Space and Time*, Dover Publications (jest to angielskie tłum. *Philosophie der Raum-Zeit-Lehre* z 1928 r.).
- Rietdijk, C. W. (1966), „A Rigorous Proof of Determinism Derived from the Special Theory of Relativity”, *Philosophy of Science*, s. 341-344.
- Savitt, S. (2001a), „A Limited Defense of Passage”, *American Philosophical Quarterly*, 3, s. 261-270.
- Savitt, S. (2001b), „Being and Becoming in Modern Physics”, [w:] *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, (Fall 2008 Edition), Edward N. Zalta (red.), <http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/spacetime-bebecome/>
- Savitt, S. (2002), „On Absolute Becoming and the Myth of Passage”, [w:] C. Callender, (red.), *Time, Reality, and Experience*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Savitt, S. (2004), „Presentism and Eternalism In Perspective”, <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00001788/> [wydane również w:] D. Dieks (red.), *The Ontology of Spacetime*, vol. 1 (2006), Elsevier, Amsterdam.
- Savitt, S. (2005), „Time Travel and Becoming”, *The Monist*, 88, s. 413-422.

- Savitt, S. (2009), „The Transient *nows*”, [w:] W. Myrvold, J. Christian, (red.), *Quantum Reality, Relativistic Causality, and Clausuring the Epistemic Circle: Essays in Honour of Abner Shimony*, Springer Verlag, s. 339-352.
- Savitt, S. (2010), „Time in the Special Theory of Relativity”, *Oxford Handbook of Time*, C. Callender (red.), w przygotowaniu.
- Sellars, W. (1962), „Time and the World Order”, [w:] H. Feigl, G. Maxwell (red.), *Scientific Explanation, Space, and Time*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, University of Minnesota Press, Minneapolis. Smart, J. J. C. (1963), *Philosophy and Scientific Realism*, Routledge & Kegan Paul, New York.
- Shimony, A. (1993), „The Transient Now”, [w:] *Search for a Naturalistic World View*, vol. 2, Cambridge University Press, Cambridge.
- Sklar, L. (1974), *Space, Time, and Spacetime*, University of California Press, Berkeley.
- Sklar, L. (1985), „Time, Reality and Relativity”, [w:] L. Sklar, *Philosophy and Spacetime Physics*, University of California Press, Berkeley (przedruk z R. Healey (red.) *Reductionism, Time, and Reality*, Cambridge University Press, Cambridge, (1981)).
- Smith, Q. (2002), „The Incompatibility of STR and the Tensed Theory of Time”, [w:] N. Oaklander (red.) *The Importance of Time*, Kluwer: Philosophical Studies Series.
- Stein, H. (1968), „On Einstein–Minkowski Space-time”, *The Journal of Philosophy*, 65, s. 5-23.
- Stein, H. (1991), „On Relativity Theory and Openness of the Future”, *Philosophy of Science*, 58, s. 147-167.
- Tooley, M. (1997), *Time, Tense, and Causation*, Clarendon Press, Oxford.
- Weingard, R. (1972), „Relativity and the Reality of Past and Future Events”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 23, s. 119-121.
- Whitrow, G. J. (1961), *The Natural Philosophy of Time*, Thomas Nelson and Sons Ltd. London (II wyd. 1980).
- Zahar, E. (1983), „Absolutness and Conspiracy”, [w:] R. Swinburne (red.), *Space, Time, and Causality*, D. Reidel, Dordrecht.