

Jan Czerniawski

## **Nowa formalizacja dowodu Putnama, że czas nie płynie\***

### **WSTĘP**

Kilkanaście lat temu podjąłem się formalizacji znanego dowodu Putnama, że czas nie płynie<sup>1</sup> (Putnam 1967: 240-243, Czerniawski 1994). Spodziewałem się, że adekwatność tej formalizacji może zostać zakwestionowana, do czego też rzeczywiście doszło (Lissowska-Wójtowicz 1994). Krytyka nawiązywała do linii interpretacyjnej zapoczątkowanej przez Steina (1968: 19), w myśl której „bycie realnym jest cechą zrelatywizowaną do obserwatora” i dlatego życzliwe odczytanie tekstu Putnama musi polegać na skorygowaniu go zgodnie z tym spostrzeżeniem. Sprawia to jednak, że dowód staje się niemożliwy do przeprowadzenia. Nie powinno więc dziwić, że w mojej formalizacji nie poszedłem tą drogą.

Wspomniana linia interpretacyjna dominuje w literaturze do dziś (por. np. Gołosz 2011a: 105-106), mimo że Putnam zdecydowanie się wobec niej zdystansował, stwierdzając:

Treścią zarzutu Steina wobec mojego argumentu było, że przeoczyłem możliwość *zrelatywizowania pojęcia realności*. [...] Według mnie Stein po prostu omija problem, do którego się odnosiłem, a mianowicie to, czy przyszłe zdarzenia są realne w *standardowym metafizycznym ro-*

---

\* Pragnę podziękować Leszkowi Wrońskiemu za cenną krytykę wczesnego stadium formalizacji, jak również anonimowemu Recenzentowi, którego uwagi krytyczne przyczyniły się do znaczącej poprawy jakości artykułu.

<sup>1</sup> W istocie, jak się przekonamy, chodzi tu o dowód, że zdarzenia przyszłe i teraźniejsze są równie realne. To jednak wykluczałoby realność upływu czasu, polegającego na sukcesywnym staniu się zdarzeń realnymi.

zumieniu „realności”, w ramach którego zakłada się właśnie, że to, co jest „realne”, jest *niezależne-od-umysłu-i-obszawatora* (Putnam 2008: 71).

Postawiony mi zarzut opierał się więc na nieporozumieniu, ponieważ moim zamiarem była formalizacja argumentu Putnama, a nie czyjejs interpretacji. Niemniej, z mojej formalizacji sam nie do końca byłem zadowolony z uwagi na dość luźny związek założeń, z których wychodziłem, z oryginalnymi założeniami Putnama. Nowa formalizacja stanowi wynik tego niedostatku zadowolenia.

Przedstawię i sformalizuję pierwszą część argumentacji Putnama, w której dowodzi sprzeczności szczególnej teorii względności z założeniem, że tylko teraźniejsze zdarzenia są realne. Następnie przedstawię i sformalizuję drugą część, w której wykazuję, że nawet jeśli założenie to w naturalny sposób osłabić, to w kontekście tej teorii można udowodnić, iż wszystkie zdarzenia są realne na równi ze zdarzeniami teraźniejszymi. Z kolei wykażę, że ten drugi dowód można z łatwością uogólnić tak, by obowiązywał również w ramach ogólnej teorii względności. Później omówię zarówno różne strategie zablokowania tego dowodu, pozostające w ramach standardowej interpretacji teorii względności, jak i wykraczającą poza te ramy własną propozycję. Na końcu przedstawię zwięzłe podsumowanie, treściowo zbieżne z wnioskiem opartym na poprzedniej wersji formalizacji.

## PIERWSZY DOWÓD

Mówiąc ściśle, artykuł Putnama zawiera dowody dwóch różnych tez. Treścią pierwszej z nich jest sprzeczność potocznego poglądu na temat czasu ze szczególną teorią względności. Pierwszym krokiem dowodu jest przyjęcie założenia wyrażającego, zdaniem Putnama, ten pogląd:

- (1) „Wszystkie (i tylko) rzeczy które istnieją *teraz* są realne” (Putnam 1967: 240),

co można sformalizować następująco:

$$\forall x [n(x) \Leftrightarrow r(x)],$$

gdzie „ $n(x)$ ” symbolizuje „ $x$  istnieje *teraz*”, „ $r(x)$ ” — „ $x$  jest realne”, a zmienna  $x$  przyjmuje wartości ze zbioru zdarzeń, ponieważ z kontekstu wynika, że „rzeczami”, o których pisze Putnam, są zdarzenia.

Na tej samej stronie Putnam przyjmuje kolejne dwa założenia, określające występujące w (1) pojęcie realności. Pierwsze z nich stwierdza:

- I. „Ja-teraz jestem realny”,

co można sformalizować:

$$e \in I \wedge n(e) \wedge r(e),$$

gdzie  $I$  jest *moją* linią świata, a  $e$  jest pewnym zdarzeniem z tej linii świata, istniejącym *teraz*, a tym samym reprezentującym w czasoprzestrzeni *mnie-teraz*. Putnam wyjaśnia przy tym: „Oczywiście to założenie zmienia się za każdym razem, gdy ogłaszam, że je czynię, ponieważ »ja-teraz« odnosi się do różnych momentalnych »ja«”. Z kolei drugie stwierdza:

- II. „Co najmniej jeden inny obserwator jest realny i jest dla niego możliwe, by był względem mnie w ruchu”,

co można sformalizować:

$$\exists y \exists \alpha [y \in \alpha \wedge r(y) \wedge \diamond M(\alpha, I)],$$

gdzie zmienna  $\alpha$  przyjmuje wartości ze zbioru możliwych linii świata tego innego obserwatora, a  $M$  jest relacją bycia jej pierwszego członu w ruchu względem drugiego.

Po tych dwóch założeniach następuje trzecie, nazwane przez Putnama „zasadą, że nie ma uprzywilejowanych obserwatorów”:

- III. „Jeśli jest tak, że wszystkie i tylko rzeczy, które znajdują się w pewnej relacji  $R$  do mnie-teraz, są realne, a ty-teraz też jesteś realny, to jest też tak, że wszystkie i tylko rzeczy, które znajdują się w relacji  $R$  do ciebie-teraz, są realne”,

co można sformalizować:

$$\forall x [R(x, e) \Leftrightarrow r(x)] \wedge e' \in Y \wedge r(e') \Rightarrow \forall z [R(z, e') \Leftrightarrow r(z)],$$

gdzie  $e'$  reprezentuje w czasoprzestrzeni *ciebie-teraz*,  $Y$  jest *twoją* linią świata, a  $R$  jest pewną fizyczną<sup>2</sup> relacją niezależną od wyboru układu współrzędnych, definiowalną za pomocą podstawowych pojęć fizycznych i niezależną od czegokolwiek *przypadkowego*. Przy tym: „III ma być rozumiane jako stwierdzone w języku «beztensowym», za wyjątkiem okazjonalnych terminów «ja-teraz» i «ty-teraz»” (Putnam 1967: 241). W świetle założenia II zaś, w szczególności, możesz poruszać się względem mnie.

Ponieważ w III denotacja stałych  $e'$  i  $Y$  nie została sprecyzowana, mogą zostać potraktowane jako zmienne, co pozwala wyrazić III za pomocą silniejszej formuły:

$$\forall \alpha \forall y \{ \forall x [R(x, e) \Leftrightarrow r(x)] \wedge y \in \alpha \wedge r(y) \Rightarrow \forall z [R(z, y) \Leftrightarrow r(z)] \},$$

lub równoważnie:

$$\forall x [R(x, e) \Leftrightarrow r(x)] \Rightarrow \forall \alpha \forall y \forall z \{ y \in \alpha \wedge r(y) \Rightarrow [R(z, y) \Leftrightarrow r(z)] \}.$$

Ze względu na wygodę w przyszłych zastosowaniach właśnie tę postać będziemy traktować jako podstawową formalizację III.

<sup>2</sup> Tj. zapewne możliwą do określenia na podstawie pomiarów przez danego obserwatora.

Putnam zauważa, że jeśli za relację  $R$  przyjąć równoczesność, to w ramach fizyki klasycznej (nierelatywistycznej) w świetle (1) wszystkie i tylko „rzeczy”, które znajdują się w relacji  $R$  do mnie-teraz, są realne, a wtedy III jest spełnione, ponieważ  $R$  jest przechodnia. Problem polega na tym, że nie widać związku między założeniem (1) a tą jego rzekomą konsekwencją. Najwyraźniej więc autor przyjął tu domyślnie założenie na temat związku między terażniejszością a równoczesnością, które w jego stylistyce mogłoby brzmieć następująco:

(N) Wszystkie i tylko rzeczy, które znajdują się w pewnej relacji  $R$  do mnie-teraz, istnieją teraz,

gdzie relacja  $R$  jest ta sama co w założeniu III. Natomiast formalizacja tego założenia wyglądałaby następująco:

$$\forall x [R(x,e) \Leftrightarrow n(x)],$$

przy czym naturalnym kandydatem do roli  $R$  jest równoczesność.

Inny problem wiąże się z faktem, że dwukrotnie uwypuklona wyżej okazjonalność „ja-teraz” oznacza okazjonalność wyrażenia „istnieje teraz”. Na szczęście wprowadzenia takiego kłopotliwego predykatu można uniknąć. Z (1) i (N) wynika bowiem w oczywisty sposób, że:

(1')  $\forall x [R(x,e) \Leftrightarrow r(x)],$

co w zasadzie można potraktować jako alternatywną formalizację założenia (1). Tak postąpimy, traktując wyprowadzenie (1') z (1) i (N) jako uzasadnienie dla takiej właśnie formalizacji potocznego poglądu wyrażonego przez to założenie. Po dołączeniu III otrzymujemy:

$$\forall \alpha \forall y \{y \in \alpha \wedge r(y) \Rightarrow \forall z [R(z,y') \Leftrightarrow r(z)]\},$$

co jednak, jak słusznie zauważył Putnam, w ramach fizyki klasycznej nie prowadzi do żadnych kłopotów.

W ramach szczególnej teorii względności (STW) pojawia się nowa okoliczność — względność równoczesności. Sprowadza się ona do tego, że zamiast jednej, absolutnej równoczesności, mamy do czynienia z klasą relacji równoczesności określonych w różnych inercjalnych układach odniesienia. Równoważnie można ją wyrazić przez wprowadzenie w miejsce dwuczłonowej relacji równoczesności relacji trójczłonowej, której trzecim członem jest jakiś obiekt reprezentujący układ inercjalny (Denbigh 1981: 44). Najlepiej do roli tego obiektu wybrać możliwą linię świata obserwatora inercjalnego, tj. spoczywającego w takim układzie. W rezultacie założenie (1') wymaga korekty do postaci:

(1'')  $\forall x [R(x,e,I) \Leftrightarrow r(x)],$

gdzie  $R$  jest równoczesnością określonego zdarzenia w układzie odniesienia danego obserwatora z tym obserwatorem (tj. z odpowiednim zdarzeniem na jego linii świata), a III — do postaci:

$$\text{III}' \quad \forall x [R(x,e,I) \Leftrightarrow r(x)] \Rightarrow \forall \alpha \forall y \forall z \{r(y) \Rightarrow [R(z,y,\alpha) \Leftrightarrow r(z)]\},$$

gdzie zmienna  $\alpha$  przyjmuje wartości ze zbioru możliwych linii świata innego obserwatora, w tym, w świetle założenia II, poruszającego się względem mnie<sup>3</sup>, przy czym na mocy określenia relacji  $R$  spełniony jest warunek  $y \in \alpha$ . Formułę (1'') można potraktować jako formalizację założenia (I) w ramach STW. Z (1'') i III' wynika następujący lemat:

$$(L) \quad \forall \alpha \forall y \forall z \{r(y) \Rightarrow [R(z,y,\alpha) \Leftrightarrow r(z)]\}.$$

W świecie, w którym obowiązuje STW, istnieje możliwa linia świata innego obserwatora takiego, że on-teraz jest równoczesny ze mną-teraz w moim układzie odniesienia oraz pewne zdarzenie jest równoczesne z nim-teraz w jego układzie, natomiast nie jest równoczesne ze mną-teraz w moim układzie<sup>4</sup>. W takim świecie spełniony jest warunek:

$$(F1) \quad \exists z \exists \alpha \exists y [R(y,e,I) \wedge R(z,y,\alpha) \wedge \sim R(z,e,I)].$$

Co więcej, przy dodatkowym założeniu, że  $e'$  koincyduje czasoprzestrzennie z  $e$ , a  $Y$  jest linią świata obserwatora poruszającego się względem  $I$ , tj. „ty-teraz i ja-teraz jesteśmy w tym samym miejscu teraz, jednak poruszając się ze względnymi prędkościami, które są bardzo duże” (Putnam 1967: 242), spełniony jest też przyjęty przez Putnama silniejszy logicznie warunek:

$$(FP1) \quad \exists z [R(e',e,I) \wedge R(z,e',Y) \wedge \sim R(z,e,I)].$$

W szczególności spełniają go pewne zdarzenia (dla mnie-teraz) przyszłe. Jak zauważa Putnam:

Ponieważ te rzeczy znajdują się w relacji  $R$  do ciebie-teraz, a ty-teraz jesteś realny, [...] zasada III wymaga, bym nazwał te przyszłe rzeczy i zdarzenia realnymi! (W istocie jednak mam teraz sprzeczność, ponieważ te przyszłe rzeczy nie są w relacji  $R$  do mnie-teraz, zatem moje założenie, że wszystkie i tylko rzeczy, które stoją w *tej* relacji  $R$  do mnie-teraz, są realne, było już nie-spójne z zasadą, że nie ma uprzywilejowanych obserwatorów.)” (Putnam 1967: 242).

Ze względu na (1'') i (L), a zatem również ze względu na (1'') i III', z (F1), a tym bardziej z (FP1) wynika, że:

<sup>3</sup> W istocie są to uogólnienia odpowiednio założeń (N) i III, ponieważ relację dwuczłonową niezależną od układu odniesienia można potraktować jako szczególny przypadek takiej relacji trójczłonowej, która jest stała ze względu na trzeci człon.

<sup>4</sup> W szczególności, on-teraz może koincydować czasoprzestrzennie ze mną-teraz. Taką właśnie sytuację ilustruje diagram w artykule Putnama (1967: 241).

$$\exists z [r(z) \wedge \sim r(z)].$$

Wydaje się, że to oznacza, iż zdroworoządkowy pogląd wyrażony przez założenie (1) jest sprzeczny z teorią względności.

## DRUGI DOWÓD

Aby wyeliminować sprzeczność, do której doprowadziły dotychczas przyjęte założenia, konieczne wydaje się jakieś ich osłabienie. Putnam zauważa:

Trudność jest oczywista: tym, czego wymaga zasada, że nie ma uprzywilejowanych obserwatorów, jest po prostu, by relacja  $R$  była *przechodnia* [...]. Równoczesność-w-moim-układzie-współrzędnych ma tę własność [...], jednak [...] nie jest dopuszczalna jako wybór  $R$ , ponieważ zależy od układu współrzędnych. Natomiast relacja „ $x$  jest równoczesne z  $y$  w układzie współrzędnych  $x$ ” [...], choć dopuszczalna, nie jest przechodnia” (Putnam 1967: 242-243).

Nie zamierza jednak rezygnować z założenia III, lecz zamiast tego decyduje się osłabić założenie (1), przyjmując w zamian jego „połowę” (Putnam 1967: 243):

(2) „Wszystkie rzeczy które istnieją teraz, są realne”,

której naturalna formalizacja wyglądałaby następująco:

$$\forall x [n(x) \Rightarrow r(x)].$$

Wydawać by się mogło, że wobec przyjęcia jako formalizacji (1) formuły (1'), jako formalizację (2) konsekwentnie należy przyjąć:

(2')  $\forall x [R(x,e) \Rightarrow r(x)],$

a w kontekście STW:

(2'')  $\forall x [R(x,e,I) \Rightarrow r(x)].$

Decyzja Putnana, by zachować wobec  $R$  wymóg przechodności, wyklucza jednak takie rozwiązanie. Aby bowiem zachować ten warunek, w dalszym ciągu wywo-  
du przez  $R$  nie może on już rozumieć równoczesności w układzie danego obserwato-  
ra, lecz pewną niesprecyzowaną relację przechodnią zawierającą taką równocze-  
sność. Zgodna z jego intencją formalizacja założenia (2) zapewne wyglądałaby więc  
następująco:

(2P)  $\forall x [R_S(x,e,I) \Rightarrow r(x)],$

gdzie przez  $R_S$  należałoby teraz rozumieć równoczesność względną, przy czym:

$$\forall x [R_S(x,e,I) \Rightarrow R(x,e)],$$

a na mocy założenia III również:

$$\forall x \forall a \forall y [R_S(x,y,a) \Rightarrow R(x,e)].$$

Pisze bowiem:

jeśli relacja  $R$  zawsze zachodzi między wszystkimi zdarzeniami na którejkolwiek „linii równoczesności” w moim układzie współrzędnych a mną-w-odpowiednim-czasie, to [...] relacja  $R$  musi też zachodzić między wszystkimi zdarzeniami na którejkolwiek „linii równoczesności” w układzie współrzędnych *każdego* obserwatora a tym-observatorem-w-odpowiednim-czasie. Zatem wszystkie zdarzenia, które są równoczesne z tobą-teraz w *twoim* układzie współrzędnych, muszą *też* wchodzić w relację  $R$  z tobą-teraz.

Niech zdarzenie  $x$  będzie pewnym takim zdarzeniem które jest „w przyszłości” według *mojego* układu współrzędnych [...]. Wówczas, skoro zdarzenie  $x$  wchodzi w relację  $R$  z tobą-teraz, a ty-teraz wchodzi w relację  $R$  ze mną-teraz, to zdarzenie  $x$  wchodzi w relację  $R$  ze mną-teraz.

Najwyraźniej przyjmuje też założenie, którego formalizację stanowi (1’); przy czym przez  $R$  nie rozumie tu już równoczesności, skoro stwierdza: „Jednak  $R$  wybraliśmy taką, że wszystkie i tylko te zdarzenia, które wchodzi w  $R$  ze mną-teraz, są realne”, po czym konkluduje: „Zatem zdarzenie  $x$ , które jest zdarzeniem *przyszłym* według *mojego* układu współrzędnych, jest już realne!”.

O jakiego rodzaju zdarzenia jednak chodzi? Putnam od początku ograniczył się w swym wywodzie do szczególnego przypadku, gdy ty-teraz koincydujesz czasoprzestrzennie ze mną-teraz („ty-teraz jesteś jak na rysunku 1, [...] zarazem *teraz* i *tu*”). W rezultacie wynik osiągnięty przez Putnama jest dość skromny: udowodnił, że oprócz zdarzeń dla mnie terażniejszych, realne są pewne zdarzenia dla mnie, tj. względnie, przeszłe. Otwarta pozostała kwestia statusu zdarzeń absolutnie przyszłych. Później jednak zauważa, że „argument oczywiście może być rozbudowany [...], aby wykazać, że *wszystkie* przeszłe rzeczy są realne (»rzeczy« obejmuje tu »zdarzenia«) i podobnie, że *wszystkie* *przeszłe* rzeczy są realne”, a nie tylko terażniejsze (Putnam 1967: 246). W tym celu należy powrócić do interpretacji  $R$  jako równoczesności z danym obserwatorem w jego układzie odniesienia, lecz w świetle założenia III potraktować jako realną „każdą rzecz i zdarzenie, które wchodzi ze mną w *przechodnie domknięcie*  $R$  (tj. które wchodzi w  $R$  ze mną, bądź które wchodzi w  $R$  z czymś, co wchodzi w  $R$  ze mną, [...] bądź...)”. Spróbujmy nadać temu wyraz formalny.

Jako formalizację założenia (2) przyjmujemy tym razem nie (2P), lecz (2’), gdzie w roli relacji  $R$  znów występuje równoczesność w układzie danego obserwatora. Odpowiedniej korekty wymaga wobec tego formalizacja założenia III, która powinna teraz wyglądać następująco:

$$\forall x [R(x,e,I) \Rightarrow r(x)] \Rightarrow \forall \alpha \forall y \forall z \{r(y) \Rightarrow [R(z,y,\alpha) \Rightarrow r(z)]\}$$

lub równoważnie:

$$\text{III}'' \quad \forall x [R(x,e,I) \Rightarrow r(x)] \Rightarrow \forall \alpha \forall y \forall z \{R(z,y,\alpha) \Rightarrow [r(y) \Rightarrow r(z)]\} .$$

Z (2’’) i III’’ wynika lemat:

$$(L') \quad \forall \alpha \forall y \forall z \{R(z,y,\alpha) \Rightarrow [r(y) \Rightarrow r(z)]\} .$$

Łatwo zauważyć, że przy ograniczającym założeniu, które uprzednio przyjął Putnam (czasoprzestrzenna koincydencja mnie-teraz i siebie-teraz), w kontekście (2'') i III'' (FP1) nie prowadzi już do sprzeczności, lecz jedynie do wniosku, że:

$$\exists z [r(z) \wedge \sim R(z,e,I)],$$

tj. że realne są pewne zdarzenia niebędące dla mnie terazniejsze, w tym pewne zdarzenia przyszłe.

Dla każdego zdarzenia w świecie STW, oprócz mnie-teraz, istnieje jednak możliwa linia świata innego obserwatora, takiego że on-teraz byłby równoczesny ze mną-teraz w moim układzie odniesienia i owo zdarzenie byłoby równoczesne z nim-teraz w jego układzie odniesienia. Spełniony jest więc warunek:

$$(F2) \quad \forall z \exists \alpha \exists y [R(y,e,I) \wedge R(z,y,\alpha)],$$

co oznacza, że w rozumiane jak wyżej przechodnie domknięcie  $R$  wchodzi ze mną-teraz każde zdarzenie; przy czym w ramach STW wynik ten można uzyskać niskim kosztem, wprowadzając tylko jednego obserwatora pośredniego. Łatwo wykazać, że ze względu na (2'') i (L'), a zatem ze względu na (2'') i III'', wynika stąd, że:

$$(E) \quad \forall z r(z),$$

tj. że realne są wszystkie zdarzenia — co stanowi tezę *eternalizmu* (por. Hinchliff 1996: 122), będącą zarazem tezą rozbudowanej argumentacji naszkicowanej przez Putnama. Oczywiście konsekwencją (E) jest słabsza teza:

$$(E') \quad \forall z [z \in I \Rightarrow r(z)],$$

tj. że realne są wszystkie zdarzenia z mojego życia — w tym przyszłe! Chociaż więc osłabione sformułowanie (2) potocznego założenia nie popada w sprzeczność z STW, w kontekście tej teorii prowadzi do wniosku ewidentnie sprzecznego z potocznym poglądem na temat czasu. Warto zauważyć, że wbrew popularnej opinii (por. np. Gołosz 2011a: 106) w dowodzie bynajmniej nie przeszkadza brak przechodności przyjętej relacji  $R$ , który zresztą nie prowadzi też do sprzeczności, ponieważ w przeciwieństwie do III', założenie III'' przechodności od niej wcale nie wymaga.

## UOGÓLNIENIE

W dowodzie tezy eternalizmu (E) na gruncie STW zasadniczą rolę odgrywa faktyczny warunek (F2). Można więc próbować zakwestionować ten wynik, zauważając, że STW jest tylko lokalnym przybliżeniem, natomiast na gruncie ogólnej teorii względności (OTW), w ogólności, warunek ten nie jest spełniony. Niestety, w ramach OTW spełnione jest pewne jego uogólnienie: dla każdego zdarzenia, oprócz mnie-teraz, istnieje szereg możliwych obserwatorów<sup>5</sup> takich, że parami są oni dosta-

<sup>5</sup> Tj. w przyjętej idealizacji — zdarzeń na różnych liniach świata.



tecznie blisko siebie, by w stosunku do każdej pary lokalnie obowiązywała STW, przy czym pierwszy z nich jest równoczesny ze mną-teraz w moim układzie odniesienia, a każdy następny jest równoczesny z poprzednim w układzie odniesienia tamtego, w końcu zaś owo zdarzenie jest równoczesne z ostatnim z nich w jego układzie odniesienia, tj.:

$$(F3) \quad \forall z \exists n \exists \alpha_1 \dots \exists \alpha_n \exists y_1 \dots \exists y_n [R(y_1, e, I) \wedge R(y_2, y_1, \alpha_1) \wedge \dots \wedge R(z, y_n, \alpha_n)]^6,$$

a zatem również w ramach OTW w przechodnie domknięcie  $R$  wchodzi ze mną każde zdarzenie. Stąd jednak, w świetle (2'') i (L'), wynika (E). Odwołanie do OTW nie pozwala więc uniknąć niepożądanego wniosku.

Przed przystąpieniem do rozważenia innych możliwości obalenia dowodu, warto zauważyć, że z założenia I wynika:

$$\forall x [R(x, e, I) \Rightarrow r(x)] \Leftrightarrow \forall x \{R(x, e, I) \Rightarrow [r(e) \Leftrightarrow r(x)]\}.$$

Można więc uważać, że w danym kontekście należy wzmocnić III'' do:

$$III'''. \quad \forall x [R(x, e, I) \Rightarrow r(x)] \Rightarrow \forall \alpha \forall y \forall z \{R(z, y, \alpha) \Rightarrow [r(y) \Leftrightarrow r(z)]\}.$$

Z (2'') i III''' wynika, że:

$$(L'') \quad \forall \alpha \forall y \forall z \{R(z, y, \alpha) \Rightarrow [r(y) \Leftrightarrow r(z)]\}^7.$$

W ramach STW, oprócz (F2), równoczesność spełnia jednak też słabszy warunek:

$$(F2') \quad \forall z \exists \alpha \exists y \{R(y, e, I) \wedge [R(z, y, \alpha) \vee R(y, z, \alpha)]\},$$

z którego, na mocy (2'') i (L''), wynika (E) (por. Czerniawski 1994: 99). Łatwo zauważyć bowiem, że z pierwszego członu głównej koniunkcji wynika realność  $y$ , a z każdego spośród członów alternatywy stanowiącej drugi człon tej koniunkcji wynika teraz równoważność realności  $y$  i realności  $z$ , co z kolei pozwala na podstawie realności  $y$  wnioskować o realności  $z$ . Tym bardziej równoczesność spełnia jeszcze słabszy warunek:

$$(F3') \quad \forall z \exists n \exists \alpha_1 \dots \exists \alpha_n \exists y_1 \dots \exists y_n \{R(y_1, e, I) \wedge [R(y_2, y_1, \alpha_1) \vee R(y_1, y_2, \alpha_1)] \wedge \dots \wedge [R(z, y_n, \alpha_n) \vee R(y_n, z, \alpha_n)]\}.$$

Ponieważ (F3') jest zarazem osłabioną wersją warunku (F3), (F3') jest spełniony również w ramach OTW. Niestety, w kontekście (2'') i (L''), z niego też wynika (E).

<sup>6</sup> Łatwo zauważyć, że warunek ten jest słabszy od (F2), który odpowiada sytuacji, gdy  $n=1$ .

<sup>7</sup> Abstrahując od pierwszego członu koniunkcji w implikacji, jest to w zasadzie założenie (1) z poprzedniej wersji formalizacji (Czerniawski 1994: 96).

## STANDARDOWE STRATEGIE ZABLOKOWANIA DOWODU

Wobec faktu, że w ramach OTW lokalnie określona równoczesność spełnia warunek (F2'), strategia obalenia dowodu Putnama nie może opierać się na przejściu z gruntu STW na grunt OTW. Mogłoby się więc wydawać, że droga wyjścia z sytuacji musi polegać na wyborze w roli  $R$  jakiejś relacji innej niż równoczesność względna. Naturalne przy tym jest w pierwszej kolejności poszukiwanie relacji relatywistycznie niezmienniczej, tj. niezależnej od układu odniesienia<sup>8</sup>. W miarę poważnymi kandydaturami są tu: (i) relacja separacji przestrzennej, sprowadzająca się do możliwej równoczesności w pewnym układzie odniesienia, (ii) relacje poprzedzania chronologicznego, przyczynowego i świetlnego, pozwalające określić chronologiczną, przyczynową i świetlną przeszłość danego zdarzenia (zob. Heller 1991: 42-43), tj. wewnątrz jego przeszłego stożka świetlnego, cały stożek i jego brzeg (bez wierzchołka), (iii) relacja znajdowania się w jego „teraźniejszości Aleksandrowa” (zob. Gołosz 2011a: 109, Savitt 2009: 356), tj. w przecięciu obszarów chronologicznej przeszłości pewnego zdarzenia chronologicznie późniejszego od niego i chronologicznej przyszłości pewnego innego, chronologicznie wcześniejszego od niego (oczywiście zdarzenia te musiałyby być, według jakiejś zasady, niezbyt odległe w czasie od niego), w końcu zaś (iv) relacja koincydencji czasoprzestrzennej.

Łatwo wykazać, że oprócz tej ostatniej wszystkie one spełniają warunek (F3'). Wybór koincydencji czasoprzestrzennej oznacza opowiedzenie się za ścisłą lokalnością stawania się zdarzeń (Gołosz 2011a: 113, 115-116, por. np. Dieks 1988: 458). Konsekwencje takiej decyzji dla upływu czasu zależą jednak od tego, czy ma ona odpowiadać potocznej intuicji w pełni, tzn. zgodnie z założeniem (1), czy tylko połowicznie, tzn. zgodnie z założeniem (2). W pierwszym wypadku formalizacją poglądu wyrażającego tę intuicję jest (1'), które przy wyborze w roli  $R$  koincydencji czasoprzestrzennej stanowi po prostu tezę solipsyzmu — co wydaje się nadmierną ceną za ocalenie upływu czasu. Natomiast w drugim wypadku z tego, że ja-teraz jestem realny, nie sposób absolutnie nic wywnioskować na temat realności innych zdarzeń w czasoprzestrzeni. Trzeba więc przyjąć na ten temat jakieś dodatkowe założenie, które jednak przemawiałoby za zastąpieniem w roli  $R$  koincydencji czasoprzestrzennej przez jakąś inną relację. Uchylenie się przed taką zmianą decyzji nie byłoby wtedy niczym więcej niż sztucznym osłabieniem założeń w celu uniknięcia niepożądanego konsekwencji.

Inna strategia mogłaby polegać na neutralizacji warunku (F3') przez zakwestionowanie wzmocnienia założenia III'' do III''', które faktycznie można uznać za krok kontrowersyjny. Oznacza to konieczność nałożenia na  $R$  silniejszego warunku (F3). Łatwo się przekonać, że również ten warunek spełnia zarówno relacja separacji przestrzennej, jak i przynależności do teraźniejszości Aleksandrowa zdarzenia. Zważywszy zaś, że relacja  $R$  występuje w założeniu (2') jako kryterium przynależności do teraź-

<sup>8</sup> Tym samym efektywnie są to relacje dwuczłonowe; por. wyżej, przyp. 3.

niejszości, trudno byłoby uzasadnić utożsamienie jej z relacją poprzedzania chronologicznego bądź przyczynowego. Pozostaje poprzedzanie świetlne, określające to, co można byłoby nazwać „teraźniejszością wizualną”, ponieważ ze mną-teraz wchodzi w tę relację wszystkie zdarzenia, które w zasadzie mogę (teraz) widzieć. Ponieważ jednak nietrudno się przekonać, że relacja ta wprawdzie nie spełnia (F3) w całej rozciągłości, lecz spełnia go w zawężeniu do obszaru mojej przyczynowej przeszłości, to jeśli ja-teraz jestem realny, realne są wszystkie zdarzenia z tego obszaru.

Wobec tego łatwo zauważyć, że jeśli nawet wybór poprzedzania świetlnego w roli relacji  $R$  jest zgodny z upływem czasu, to nie tyle z prezentyzmem, ile raczej z inną wersją transjentyzmu (zob. Eilstein 1994: 49), jaką jest koncepcja rosnącego światabloku (GBU, *Growing Block Universe*; zob. Merricks 2006: 103, Gołosz 2011b: 35-36). Znowu jednak pojawia się pytanie, czy zakres zdarzeń realnych każdorazowo ogranicza się do stożka świetlnego pewnego zdarzenia. Gdyby tak było, oznaczałoby to uprzywilejowanie obserwatorów, do których linii świata należałoby to wyróżnione zdarzenie, co stanowiłoby ewidentne naruszenie zasady, że nie ma uprzywilejowanych obserwatorów. Co gorsza, kolejne zdarzenia w miarę upływu czasu stanowiące wierzchołek stożka wyznaczyłyby wręcz jedną wyróżnioną linię świata, co jeszcze drastyczniej naruszałoby tę zasadę. W przeciwnym razie należałoby zaś wybrać raczej jakąś inną relację.

Nie lepiej rzecz się ma z relacjami względnymi, zależnymi od układu odniesienia. Jak się przekonaliśmy, relacja równoczesności w danym układzie odniesienia spełnia w ramach STW (F2), a w ramach OTW (F3). Tym bardziej spełnia te warunki jej rozszerzenie, obejmujące relację bycia nieznacznie względnie wcześniej w tym układzie — co odpowiada koncepcji tzw. teraźniejszości pozornej (*specious present*; zob. James 1891: 609, Gołosz 2011a: 107). Trudno zaś wskazać jakąś inną relację względną, której wybór w roli kryterium teraźniejszości byłby w miarę naturalny.

### NIESTANDARDOWA STRATEGIA ZABLOKOWANIA DOWODU

W wypadku wyboru równoczesności skuteczność dowodu opiera się z jednej strony na względności tej relacji, z drugiej zaś na dopuszczeniu w zakresie zmiennej  $\alpha$  możliwych linii świata obserwatorów w różnych stanach ruchu. Alternatywna wobec dotychczas omówionych strategia zablokowania dowodu mogłaby więc polegać na ograniczeniu zakresu tej zmiennej. Pewne jego ograniczenie można bez trudu uzasadnić: w teorii względności uprzywilejowany status mają obserwatorzy inercjalni, których liniami świata są geodezyjne czasopodobne. Takie ograniczenie jednak nie uniemożliwia dowodu. W ramach standardowej interpretacji teorii nie sposób zaś uzasadnić dalszego ograniczenia jej zakresu.

W sukurs przychodzi dynamiczna interpretacja teorii względności (por. np. Bell 1996: 68, Czerniawski 2009: 80), w myśl której ontologicznie wyróżniony status nie przysługuje wszystkim obserwatorom inercjalnym na równi, lecz jedynie obserwa-

rom (lokalnie) spoczywającym względem eteru (w ramach STW naturalne jest zresztą założyć, że eter spoczywa w pewnym globalnym układzie inercyjnym). Obserwatorom poruszającym się równorzędny status nie przysługuje z uwagi na deformujący wpływ ruchu względem eteru na przebieg zjawisk fizycznych w ich układach odniesienia, w tym zwłaszcza na wynik zastosowanej procedury określającej równoczesność względną. Po nałożeniu odpowiedniego ograniczenia na zakresy zmiennych  $\alpha$  i  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$  równoczesność względna nie spełnia nawet (F3'), nie mówiąc już o silniejszych warunkach (F2') czy (F2). Nawet więc kontrowersyjne wzmocnienie III'' do III''' nie zapewnia efektywności dowodu. Niespełniony jest wtedy także warunek (F1), co oznacza, że również oparty na nim pierwszy dowód jest niewykonalny, mimo wzmocnienia (2'') do (1''').

Założmy jednak, że rzeczywiście spoczywam względem eteru — czego rzecz jasna zgodnie z zasadą względności nie mogę wiedzieć — i że na zmienne zostało nałożone odpowiednie ograniczenie, lecz w roli relacji  $R$  zamiast równoczesności względnej wybrana zostałaby przynależność do (względnej) terażniejszości pozornej. Taka relacja nawet wtedy spełnia warunek (F3'), a w zawężeniu do obszaru względnej przeszłości mnie-teraz spełnia również (F3), co oznacza, że jeśli ja-teraz jestem realny, to realne są nie tylko zdarzenia ze mną-teraz równoczesne, lecz również wszystkie zdarzenia (względnie) przeszłe. Jeśli więc nawet taki wybór jest zgodny z upływem czasu, to jedynie ze wspomnianym wyżej modelem rosnącego świata-bloku. To zaś oznacza, że obszar terażniejszości pozornej nie może stanowić całości obszaru zdarzeń realnych, lecz co najwyżej jego „pogranicze”. W ten sposób jednak wybór ten traci rację bytu na rzecz wyboru równoczesności, która w modelu GBU wyznaczałaby brzeg tego obszaru. Co więcej, spełniony jest też warunek (F1), co oznacza, że wybór ten jest sprzeczny z założeniem (1) i da się pogodzić tylko ze słabszym założeniem (2). Byłoby tak zresztą również w ramach fizyki nierelatywistycznej. Jak widać więc, założenie (1) jest specyficzne dla prezentyzmu, podczas gdy (2) dopuszcza również model rosnącego świata-bloku.

## PODSUMOWANIE

Okazuje się, że powodzenie dowodu Putnama w istotny sposób zależy od wyboru standardowej interpretacji teorii względności. W jej ramach rzeczywiście trudno jest go zablokować. Natomiast w ramach interpretacji dynamicznej nie sposób przeprowadzić ani drugiego dowodu, ani nawet pierwszego, opartego na mocniejszych przesłankach. Nie można więc twierdzić, że dowód opiera się na teorii względności bezwarunkowo. Jeśli ktoś chce pogodzić akceptację teorii względności z zachowaniem intuicji, że czas płynie, może wybrać interpretację dynamiczną, za którą zresztą przemawiają też niezależne racje teoretyczne (por. Bell 1996: 67-68).

## BIBLIOGRAFIA

- Bell J. S. (1996), wywiad [w:] *Duch w atomie. Dyskusja o paradoksach w teorii kwantowej*, P. C. W. Davies, J. R. Brown (red.), Warszawa: Cis, 63-76.
- Czerniawski J. (1994), *Teoria względności a upływ czasu*, „Filozofia Nauki” II.1(5), 95-100.
- Czerniawski J. (2009), *Ruch, przestrzeń, czas. Prototypowe i metafizyczne aspekty podstaw fizyki relatywistycznej*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Denbigh K. (1981), *Three Concepts of Time*, Berlin: Springer.
- Dieks D. (1988), *Special Relativity and the Flow of Time*, „Philosophy of Science” 55(3), 456-460.
- Eilstein H. (1994), *O transjentyzmie*, cz. I, „Filozofia Nauki” II.2(6), 49-67.
- Gołoz J. (2011a), *Upływ czasu i teoria względności*, „Filozofia Nauki” XIX.1(73), 95-131.
- Gołoz J. (2011b), *Upływ czasu i ontologia*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.
- Heller M. (1991), *Osobliwy Wszechświat*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- James W. (1891), *The Principles of Psychology*, t. I, London: Macmillan.
- Lissowska-Wójtowicz A. (1994), *W sprawie realności zdarzeń. Uwagi do artykułu Jana Czerniawskiego „Teoria względności a upływ czasu”*, „Filozofia Nauki” II.1(5), 101.
- Merricks T. (2006), *Good-Bye Growing Block*, „Oxford Studies in Metaphysics”, t. 2, Oxford: Oxford University Press, 103-110.
- Putnam H. (1967), *Time and Physical Geometry*, „The Journal of Philosophy” 64(8), 240-247.
- Putnam H. (2008), *Reply to Mauro Dorato*, „European Journal of Analytic Philosophy” 4(2), 71-73.
- Savitt S. (2009), *The Transient Nows* [w:] *Quantum Reality, Relativistic Causality, and Closing the Epistemic Circle. Essays in Honour of Abner Shimony*, W. Myrvold, J. Christian (red.), Berlin: Springer, 349-362.
- Stein H. (1968), *On Einstein-Minkowski Space-Time*, „The Journal of Philosophy” 65(1), 5-23.