Edukacja Filozoficzna 75/2023
ISSN 0860-3839
DOI: 10.14394/edufil.2023.0002
ORCID: 0009-0000-3412-1132

Punktowa koncepcja teraźniejszości

Maciej Raźniak
(Uniwersytet Warszawski, Wydział Filozofii)

Abstrakt: W artykule przedstawiono koncepcję teraźniejszości przyjmowaną w czasoprzestrzeni klasycznej oraz wskazano problemy, jakie napotyka jej aplikacja do czasoprzestrzeni Minkowskiego. Autor pracy pokazuje, że klasyczne spojrzenie na odnośne pojęcie zostaje zachowane, gdy przyjmie się koncepcję punktowej teraźniejszości. W tekście zaproponowano również ogólny schemat punktowego podejścia do teraźniejszości w szczególnej teorii względności oraz rozważono płynące stąd konsekwencje dla przedmiotów zlokalizowanych w czasoprzestrzeni Minkowskiego.

Słowa kluczowe: filozofia fizyki, czas, czasoprzestrzeń, ontologia, zdarzenie

The concept of Point Present

Abstract: The article analyses the concept of present assumed in classical spacetime and problems faced by its application to Minkowski spacetime. The author of the paper shows that preservation of the classical notion of present is possible when the concept of point present is adopted. The text proposes a general scheme of the point approach to present in Special Theory of Relativity and presents its consequences for objects located in Minkowski space-time.

Key words: philosophy of physics, time, space-time, ontology, event

1. Wprowadzenie

W niniejszym artykule zamierzam przedstawić i przeanalizować jedno z najciekawszych stanowisk we współczesnej ontologii fizyki, którym jest **punktowa koncepcja teraźniejszości** (dalej: PKT). W swobodnym wysłowieniu naczelna zasada tej doktryny głosi, że **teraźniejszość zdarzeń punktowych w szczególnej teorii względności jest zbiorem zdarzeń czasowo i przestrzennie nierozciągłym.**

Pragnę przy tym zasygnalizować, że z wielu powodów jestem zwolennikiem tego poglądu. Po pierwsze, u podstaw sformułowania tej doktryny leżą założenia, na których opiera się również – implikowany przez mechanikę klasyczną (dalej: MK) – domyślny, intuicyjny pogląd na teraźniejszość, co zapewnia PKT natychmiastową przewagę nad konkurencyjnymi stanowiskami. Po drugie, jest to koncepcja utożsamiająca teraźniejszość z przedmiotami postulowanymi przez szczególną teorię względności (dalej: STW), co sprawia, że wykazuje się ona silną adekwatnością fizykalną. Po trzecie wreszcie, punktowa teraźniejszość doskonale wkomponowuje się w ogólną teorię względności (dalej: OTW), gdyż okazuje się przedmiotem niezależnym od dowolnego pola grawitacyjnego.

Niniejszy tekst stawia sobie za cel wyartykułowanie schematu punktowej koncepcji teraźniejszości oraz wychwycenie najważniejszych konsekwencji rekonstruowanego stanowiska dla czasoprzestrzeni relatywistycznej. Ogólny, przyjęty w pracy, sposób postępowania będzie się jednak różnić od podejścia prezentowanego przez innych autorów, gdyż znacznie większy nacisk zostanie położony na stronę techniczną odnośnej doktryny. W szczególności zależy mi na sformułowaniu bardzo prostego systemu aksjomatycznego, który mógłby rzucić więcej światła na skutki utożsamienia teraźniejszości zdarzeń w STW ze zbiorem postulowanym przez PKT.

Chciałbym zarazem zastrzec, że przedstawione tu ujęcie PKT należy do ontologii fizyki i nie powinno być traktowane jako część żadnej ogólnej teorii rzeczywistości (jak ewentyzm, punktyzm, reizm liberalny) lub ontologii czasu (prezentyzm, eternalizm). Dlatego też, nie chcąc faworyzować żadnej konkretnej ontologii, ograniczę się jedynie do uchwycenia tych własności teraźniejszości i innych przedmiotów, które nie wymagają silnego zaangażowania w wymienione stanowiska.

2. Teraźniejszość w czasoprzestrzeni Galileusza

Gdy przystępujemy do analizy pojęcia teraźniejszości, przed nami wyłania się przede wszystkim zagadnienie, jak rozumiemy ten termin w jego „normalnym" – intuicyjnym – sensie. Jak można się łatwo przekonać, zdroworozsądkowa koncepcja teraźniejszości jest pociągana przez mechanikę klasyczną – koresponduje ona bowiem z obrazem świata, do którego przekonuje nas Newton. Dlatego najpierw chciałbym poświęcić nieco uwagi omówieniu definicji i własności formalnych teraźniejszości, które zdają się wynikać z geometrycznej interpretacji MK, czyli **czasoprzestrzeni Galileusza**.

Czasoprzestrzeń Galileusza jest czterowymiarową przestrzenią afiniczną, która ulega rozwarstwieniu na trójwymiarowe podprzestrzenie euklidesowe E^3 przy ustaleniu metryki czasowej[1]. Ową metryką jest wyróżniona funkcja t: $M \rightarrow R^1$, która przyporządkowuje punkty czasoprzestrzenne $p, q, r, \ldots \in M$ podprzestrzeniom jednoczesności, czyli jednoznacznie określa ich czasowe współrzędne. Mając to wszystko na uwadze, możemy zdefiniować równoczesność punktów jako ich czasową identyczność – równość ich współrzędnych postaci $t(p) = t(q)$.

O równoczesności punktów czasoprzestrzeni powiemy, że jest ona relacją absolutną i równoważnościową. Absolutność równoczesności wiąże się z okolicznością, iż przynależność punktów p i q do tej samej podprzestrzeni zbioru M jest niezależna od jakiegokolwiek inercjalnego układu odniesienia. Natomiast równoważnościowy charakter równoczesności wyraża się w tym, że jednoczesność jest stosunkiem zwrotnym, symetrycznym i przechodnim.

Dotychczas rozpatrywaliśmy wyłącznie równoczesność punktów, czyli relację angażującą składniki zbioru M. Okoliczność ta nie jest przypadkowa. Gdy korzystamy z aparatu czasoprzestrzeni Galileusza, by zmierzyć interwały i odległości między obiektami, ignorujemy ich dokładny opis fizyczny – charakterystyka czasoprzestrzenna przedmiotu sprowadza się wówczas do podania jego współrzędnych[2]. Częściej jednak, gdy mówimy o teraźniejszości, mamy na myśli teraźniejszość określonych przedmiotów fizycznych, które – owszem – są zlokalizowane w czasoprzestrzeni, ale nie są przedmiotami czasoprzestrzennymi.

Nie będziemy tu omawiać wszystkich kontrowersji powstałych na tle relacji punktów i zdarzeń. Ograniczę się w tym miejscu do tego, iż język czasoprzestrzeni Galileusza możemy rozszerzyć, dołączając do jego słownika pojęcie zdarzenia (punktowego). W tym celu uznajmy, że zdarzenia $x, y, z, \ldots \in S$ są przedmiotami nierozciągłymi czasowo i przestrzennie, a zbiorem ich wszystkich jest – niezależny, ale i niewpływający na czasoprzestrzeń – świat fizyczny S. To, że zdarzenie $x \in S$ jest zlokalizowane w punkcie $p \in M$, stwierdza się przy pomocy asymetrycznej i pierwotnej relacji zachodzenia $Z \subset S \times M$, wobec której dodatkowo zakłada

[1] Wyczerpujący opis czasoprzestrzeni Galileusza znaleźć można na przykład w: W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa 1984, s. 36–56; J. Earman, *World Enough and Space-Time*, Cambridge, MA 1989, s. 33; T. Bigaj, *Jakościowe teorie czasoprzestrzeni*, „Filozofia Nauki" 1995, nr 3(4), s. 39–44.

[2] W podobnym duchu wypowiadają się Wojciech Kopczyński i Andrzej Trautman, dla których pojęcie punktu „otrzymujemy przez abstrakcję tego, co nazywa się zdarzeniem w języku potocznym" – tychże, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, dz. cyt., s. 37.

się, iż (I) każde zdarzenie zachodzi tylko w jednym punkcie oraz (II) istnieją nietożsame zdarzenia zachodzące w tym samym punkcie. W zapisie formalnym:

(I) $\forall x \exists p \, \{Z(x,p) \wedge \forall q \, [(Z(x,p) \wedge Z(x,q)) \rightarrow p = q]\}$,

(II) $\exists x \exists y \exists p \, \{Z(x,p) \wedge Z(y,p) \wedge x \neq y\}$.

Ustaliwszy już stosunek zachodzenia zdarzeń w punktach, definiujemy relację **równoczesności** zdarzeń $R \subset S \times S$ jako jednoczesność punktów, w których zdarzenia te zachodzą:

(D1) $\forall x \forall y \, \{R(x,y) \equiv \exists p \exists q \, [Z(x,p) \wedge Z(y,q) \wedge t(p) = t(q)]\}$.

Zauważmy od razu, że R również jest relacją absolutną i równoważnościową. Mianowicie, po pierwsze, relację R definiujemy przy pomocy stosunku jednoczesności punktów oraz zachodzenia zdarzeń w punktach, czyli relacji niezależnych od obserwatora. Po drugie, ponieważ zdarzenie może zachodzić tylko w jednym punkcie, relacja R jest – na mocy związku z jednoczesnością punktów – zwrotna, symetryczna i przechodnia, a więc równoważnościowa.

Dalej, dysponując absolutną i równoważnościową relacją równoczesności, jesteśmy w stanie zdefiniować (relacyjną) **teraźniejszość** jako klasę abstrakcji zdarzeń od R. Tym samym zdarzenie y jest teraźniejsze wobec zdarzenia x wtedy i tylko wtedy, gdy y daje się połączyć z x stosunkiem identyczności czasowej. W języku formalnym:

(D2) $N_x =_{\mathrm{df}} \{y \in S \colon y \in |x|_R\}$.

Jeśli zaś chodzi o relację tak zdefiniowanej teraźniejszości do świata fizycznego, to N_x (dla dowolnego x) jest właściwym podzbiorem zbioru S. Oczywiście zdarzenia nienależące do N_x tworzą zbiory P_x i F_x, czyli absolutną przeszłość i przyszłość zdarzenia x.

Definicje przeszłości i przyszłości opieramy przy tym na relacjach wcześniejszości i późniejszości zdarzeń x i y, które z kolei sprowadzają się do zależności $t(p) < t(q)$ oraz $t(p) > t(q)$ punktów p i q, w których zachodzą odpowiednio x i y. Oznacza to, że P_x jest zbiorem wszystkich zdarzeń wcześniejszych od x, natomiast F_x – zbiorem wszystkich zdarzeń późniejszych od x. O zbiorach P_x, N_x i F_x powiemy wreszcie, że są one parami rozłączne, a łącznie wyczerpują S.

Podsumowując ten etap naszych rozważań, możemy uznać, że teraźniejszość – w jej klasycznym i przedrelatywistycznym rozumieniu – czerpie swe własności formalne ze stosunku równoczesności zdarzeń. Mając w pamięci uwagę o korespondencji intuicyjnego obrazu świata z mechaniką Newtona, zaryzykuję stwierdzenie, że nasze potoczne przekonania o naturze teraźniejszości sprowadzają się do tego, że jest ona (1) absolutnym zbiorem zdarzeń, który (2) definiujemy przez abstrakcję. Od tej pory spełnionymi łącznie warunkami (1) i (2) będziemy oznaczać teraźniejszość, która jest formalnie podobna do zbioru N_x w czasoprzestrzeni Galileusza, czyli jest teraźniejszością w „normalnym" czy klasycznym sensie.

3. Teraźniejszość w czasoprzestrzeni Minkowskiego

Niestety sytuacja natychmiast się komplikuje, gdy z intuicyjnej fizyki klasycznej przechodzimy do fizyki relatywistycznej. Jak się zaraz okaże, przyjęcie postulatów STW ma dewastujący wpływ na koncepcję absolutnego czasu, a w konsekwencji – na istnienie absolutnej i definiowalnej przez abstrakcję teraźniejszości.

Naszą analizę zacznijmy od tego, że dotychczasowe definicje równoczesności i teraźniejszości abstrahowały od tego, czy definiowane pojęcia można określić operacyjnie – wystarczała nam do tego absolutna metryka czasowa t czasoprzestrzeni Galileusza. Nietrudno dostrzec, że takie podejście pociąga za sobą szereg trudności związanych z synchronizacją zegarów, a jedyną metodą ich uniknięcia jest znalezienie sposobu na absolutne ustalenie, czy odległe od siebie zdarzenia są równoczesne. Skuteczne przeprowadzenie takiej procedury wymagałoby jednak użycia sygnałów rozchodzących się momentalnie.

Czas jednak pokazał, że przypuszczenie o istnieniu takich sygnałów jest błędne. W tym miejscu z pomocą przychodzi nam Albert Einstein, który proponuje uzupełnić sposób określenia czasu zasadą stałości prędkości światła, głoszącą, że światło w próżni porusza się w dowolnym układzie inercjalnym ze stałą prędkością c[3]. Fakt ten prowadzi nas bezpośrednio do **standardowej procedury sygnałowej**.

Zamysł procedury Einsteina jest taki, że prędkość sygnałów świetlnych jest skończona i stała dla wszystkich obserwatorów. Jeżeli emisja światła z punktów czasoprzestrzeni p i q jest równoczesna dla jakiegoś obserwatora $u \in U$, to sygnały rozchodzące się w tym ośrodku spotykają się w punkcie środkowym r odcinka

[3] A. Einstein, *Szczególna teoria względności*, w: tegoż, *Istota teorii względności*, tłum. A. Trautman, Poznań 2021, s. 58–59.

wyznaczonego przez *p* i *q*. Znając zatem prędkość sygnałów (równą *c*) oraz drogi, które pokonują (odcinki $|pr|$ i $|qr|$), możemy stwierdzić, czy punkty i zachodzące w nich zdarzenia są równoczesne. Sprowadzając to wszystko do rachunku formalnego, w którym R_u jest równoczesnością zdarzeń punktowych, a *Q* – trójargumentową relacją oznaczającą spotkanie sygnałów w punkcie, otrzymamy definicję:

$$\text{(D3)}\quad \forall x \forall y \forall p \forall q\ \{[Z(x,p) \wedge Z(y,q)] \rightarrow [R_u(x,y) \equiv \exists r\ (Q(x,y,r) \wedge |pr| = |qr|)]\}$$[4].

Innymi słowy, dla dowolnych zdarzeń *x* i *y* oraz dowolnych punktów *p* i *q*, jeśli *x* zachodzi w *p* i *y* zachodzi w *q*, to *x* jest równoczesne z *y* w ustalonym układzie inercjalnym *u* wtedy i tylko wtedy, gdy istnieje punkt *r* taki, że sygnały wysłane z *p* i *q* spotykają się w punkcie *r*, który okazuje się środkiem odcinka $|pq|$.

Gdy przyjrzymy się bliżej mechanizmowi tej procedury, przekonamy się, że tak zdefiniowana relacja R_u jest jednak względna – zrelatywizowana do pewnego inercjalnego obserwatora $u \in U$, a nie absolutna. Owszem, związki jednoczesności dalej zachowują swoje własności formalne, czyli zwrotność, symetryczność i przechodniość, a korzystając z nich, wciąż dokonuje się podziału zbioru wszystkich zdarzeń na niepuste i rozłączne płaszczyzny jednoczesności. Niemniej wszystkie te działania są dokonywane ze względu na ruch jakiegoś obserwatora. Otóż jeśli zdarzenia *x* i *y* są równoczesne w u_1 oraz są zlokalizowane w punktach krańcowych odcinka $|pq|$, to istnienie pewnego układu u_2 poruszającego się względem u_1 wzdłuż odcinka pociąga za sobą nierównoczesność *x* i *y* w u_2. W zależności od kierunku ruchu obserwatora u_2 zdarzenia *x* i *y* – tak samo jak punkty

[4] Inaczej do sprawy podchodzi Zdzisław Augustynek. Mianowicie definiuje on równoczesność R_u jako implikację, w której $T(x,y)$ oznacza wysyłkę sygnałów z punktów *p* i *q* inercjalnego układu odniesienia *u*, w których wraz z wysyłką zachodzą zdarzenia *x* i *y*, a binarną relacją $Q(x,y)$ oznacza się spotkanie sygnałów w punkcie środkowym $|pq|$:

$$\text{(D3')}\ \forall x \forall y\ \{T(x,y) \rightarrow [R_u(x,y) \equiv Q(x,y)]\}.$$

Należy jednak zauważyć, że definicja Augustynka w pewnym sensie kamufluje zaangażowane punkty czasoprzestrzeni. Okoliczność ta nie jest przypadkowa, gdyż ontologia ewentyzmu kładzie nacisk na sygnałowe określenie zdarzeń, a nie punktów. Wydaje się przy tym, że zamysłem definicji Einsteina było pokazanie równoczesności zdarzeń, jak również równoczesności punktów w pewnym układzie. Do prawidłowego przeprowadzenia procedury potrzebujemy w tym samym stopniu fizycznych zdarzeń (emisji sygnałów o prędkości *c*) i obiektów czasoprzestrzennych (odcinków $|pr|$ i $|qr|$). Por. Z. Augustynek, *Natura czasu*, Warszawa 1975, s. 198–199; tenże, *Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość. Studium filozoficzne*, Warszawa 1979, s. 28.

p i q, w których zdarzenia te zachodzą – są wcześniejsze lub późniejsze w u_2. Jest to oczywiście przejaw względności czasu w STW.

Wróćmy teraz do naszych rozważań nad relatywistyczną teraźniejszością. Biorąc pod uwagę dotychczasowe ustalenia, możemy zdefiniować teraźniejszość zdarzenia x jako klasę abstrakcji od układowej relacji R_u, którą wcześniej określiliśmy sygnałowo. W języku formalnym:

(D4) $N_x^{\,u} =_{\mathrm{df}} \{y \in S: y \in |x|_{Ru}\}$.

Od razu dodajmy, że dopełnieniem $N_x^{\,u}$ w świecie S będą zbiory $P_x^{\,u}$ i $F_x^{\,u}$, które również odnosimy do obserwatora inercjalnego. Jednakże o zbiorach tych można powiedzieć, że wyczerpują S oraz zachowują rozłączność tylko wtedy, gdy indeksujemy je tym samym zdarzeniem i tym samym układem odniesienia.

Jak widać, konsekwencją płynącą z przyjęcia standardowej procedury sygnałowej oraz postulatu stałej prędkości światła jest teraźniejszość, która – owszem – spełnia warunek (2), gdyż zostaje zdefiniowana przez abstrakcję, ale nie jest przedmiotem absolutnym, co stawia ją w opozycji do (1). W takim wypadku nie można wykluczyć, że jeśli jakieś zdarzenie y jest teraźniejsze wobec zdarzenia x w u_1, to w innym układzie u_2 będzie ono przeszłe lub przyszłe względem x. Rzecz jasna odrzucenie czasu absolutnego oraz rezygnacja ze zbioru N_x na rzecz $N_x^{\,u}$ jest motywowana *stricte* fizykalnie – nie jest sprawą arbitralnej konwencji, lecz wynikiem pojawienia się nowej teorii empirycznej. Ponieważ jednak odniesienie teraźniejszości do ruchu obserwatora stoi w oczywistej kolizji z potocznym poglądem na rzeczywistość, uzasadnione wydaje się pytanie, czy w obrębie STW jesteśmy w stanie wskazać zbiory zdarzeń, które lepiej nadawałyby się do roli teraźniejszości w jej „normalnym" sensie. Przeanalizujemy tę sprawę w odniesieniu do geometrycznej interpretacji STW, czyli **czasoprzestrzeni Minkowskiego**.

Relatywistyczna czasoprzestrzeń Minkowskiego jest czterowymiarową przestrzenią afiniczną, w której wyróżniamy tylko jedną absolutną strukturę metryczną, czyli pole tensora g o sygnaturze lorentzowskiej[5]. W konsekwencji niezmiennikami geometrii czasoprzestrzeni będą wyłącznie uogólnienia pojęcia odległości, zwane interwałami czasoprzestrzennymi, które zachowują swoje wartości we wszystkich układach inercjalnych. Ich matematycznym wyrazem

[5] Pełniejszy opis czasoprzestrzeni Minkowskiego znaleźć można między innymi w: W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, dz. cyt., s. 81–100; T. Bigaj, *Jakościowe teorie czasoprzestrzeni*, dz. cyt., s. 44–51; B. Dainton, *Time and Space*, New York 2014, s. 322–327; A. Einstein, *Szczególna teoria względności*, dz. cyt., s. 55–88.

jest wzór: $s^2 = c^2t^2 - l^2$ dla interwału czasowego symbolizowanego przez t oraz interwału przestrzennego określonego przez l. Wszystkie interwały czasoprzestrzenne możemy klasyfikować ze względu na to, czy ich wartość liczbowa jest równa, większa lub mniejsza od 0, jako:

(i) **interwały zerowe** $[i_0]$: $s^2 = 0$, czyli $c^2t^2 = l^2$;
(ii) **interwały czasopodobne** $[i_C]$: $s^2 > 0$, czyli $c^2t^2 > l^2$;
(iii) **interwały przestrzennopodobne** $[i_P]$: $s^2 < 0$, czyli $c^2t^2 < l^2$.

Dokładniejsza analiza pokazuje, że interwał i_0 opisuje punkty, w których mogą zachodzić zdarzenia wchodzące w interakcje kauzalne o prędkości równej stałej c. Interwał czasopodobny separuje natomiast punkty, w których mogłyby zachodzić zdarzenia tworzące oddziaływania o prędkości $v < c$. Z kolei interwał i_P odnosi się do punktów, w których zachodzą zdarzenia niedające się połączyć żadną interakcją kauzalną, chyba że prędkość takiego sygnału wynosiłaby $v > c$. Istnienie takich sygnałów stoi jednak w sprzeczności z zasadą granicznej prędkości oddziaływań. Wolno nam zatem powiedzieć, że zdarzenia zachodzące w punktach odseparowanych zerowo i czasopodobnie wyczerpują wszystkie możliwe oddziaływania.

Czy takie wyniki dają jakąkolwiek nadzieję na znalezienie absolutnej równoczesności? Wydaje się, że odpowiedź jest twierdząca. Zauważmy bowiem, że w czasoprzestrzeni Minkowskiego punkty zorientowane zerowo lub czasopodobnie względem innego $p \in M$ można określić jako wcześniejsze lub późniejsze od p. Przy akceptacji założenia, że uporządkowanie zbioru wszystkich punktów relacjami wcześniejszości, równoczesności i późniejszości jest zupełne, identyfikujemy nierównoczesność punktów p i q z tym, iż albo p jest wcześniejsze od q, albo p jest późniejsze od q. Jest jasne, że interwały i_0 i i_C nie wyczerpują czasoprzestrzeni, a więc istnieje niepusty podzbiór M, którego elementy daje się połączyć z $p \in M$ relacją absolutnej równoczesności. Składnikami tego podzbioru będą zatem – obok samego punktu p na mocy zwrotności – punkty zorientowane przestrzennopodobnie.

Analogicznie jak w przypadku jednoczesności punktów i zdarzeń w czasoprzestrzeni Galileusza absolutna równoczesność punktów pociąga za sobą absolutną równoczesność zdarzeń w nich zachodzących. Definicję takiej równoczesności można sformułować, zauważając, że jakiekolwiek zdarzenie $y \in S$

względnie równoczesne z x dla dowolnego układu odniesienia $u \in U$ nie może być absolutnie wcześniejsze lub późniejsze od x. W takim razie x i y będą absolutnie równoczesne, gdy sygnały poprowadzone z punktów p i q, w których owe zdarzenia zachodzą, spotkają się w jakimkolwiek innym punkcie odcinka $|pq|$. *A contrario* spotkanie obu sygnałów w jednym z punktów krańcowych pq oznaczałoby, że z p do q można poprowadzić interwał zerowy, natomiast x i y byłyby absolutnie nierównoczesne względem siebie. Formalizacją tej procedury sygnałowej będzie następująca definicja:

(D5) $\forall x \forall y \forall p \forall q \, \{[Z(x,p) \wedge Z(y,q)] \rightarrow [R_a(x,y) \equiv \exists r \, (Q(x,y,r) \wedge r \in |pq| \wedge p \neq r \wedge q \neq r)]\}$.

Słowem, dla dowolnych zdarzeń x i y oraz dowolnych punktów p i q, jeśli x zachodzi w p i y zachodzi w q, to x jest absolutnie równoczesne z y tylko wtedy, gdy istnieje punkt r taki, że sygnały wysłane z p i q spotykają się w r, który należy do odcinka $|pq|$, ale jest różny od p i q.

Pojawia się jednakże problem, czy absolutna relacja R_a jest stosunkiem równoważnościowym. Dokładniejsza analiza pokazuje, że absolutna równoczesność jest stosunkiem zwrotnym i symetrycznym, ale nieprzechodnim. W efekcie relacja R_a nie wyraża czasowej identyczności zdarzeń – jest związkiem, na którym nie możemy oprzeć klasy abstrakcji. Mając na względzie wskazany defekt relacji R_a, relatywistycznie absolutną jednoczesność będziemy odtąd nazywać **quasi-równoczesnością** – stosunkiem czasowego podobieństwa.

Nierównoważnościowy charakter quasi-równoczesności pozwala na zdefiniowanie **quasi-teraźniejszości** N_x^a tylko w taki sposób, że absolutna teraźniejszość x jest zbiorem wszystkich zdarzeń, które są quasi-równoczesne z x. Symbolicznie:

(D6) $N_x^a =_{df} \{y \in S: R_a(x,y)\}$.

O absolutnej przeszłości i przyszłości zdarzeń można powiedzieć tyle, że P_x^a i F_x^a odpowiednio definiujemy jako zbiory zdarzeń absolutnie wcześniejszych i absolutnie późniejszych od zdarzenia x. Naturalnie zbiory P_x^a, N_x^a i F_x^a cechują się wzajemną rozłącznością, a wynikiem ich zsumowania jest zbiór wszystkich zdarzeń S. Tymczasem wcześniejszość i późniejszość, z których korzystamy, definiując P_x^a i F_x^a, opieramy bezpośrednio na interwałach zerowych i czasopodobnych dzielących lokalizacje x od innych punktów i ich fizycznej zawartości.

Co prawda relatywistycznie absolutna teraźniejszość spełnia warunek (1), ponieważ jej elementy zachodzą w punktach odseparowanych przestrzennopodobnie, niemniej jednak quasi-teraźniejszości nie odpowiada żadna definicja przez abstrakcję. Nie ma w tym nic dziwnego, jeśli zważymy, że $N_x^{\,a}$ jest teraźniejszością nie ze względu na sposób konstrukcji tego zbioru, ale ponieważ zdarzenia nienależące do przeszłości lub przyszłości zwykliśmy uważać za teraźniejsze.

Niestety takie rozumienie teraźniejszości prowadzi do kilku niepokojących, a wręcz paradoksalnych konsekwencji. Okazuje się, że jakiekolwiek absolutnie nierównoczesne zdarzenia x i y mogą być quasi-teraźniejsze wobec wystarczająco oddalonego przestrzennie zdarzenia z. Znaczy to, że zdarzenie x należy do teraźniejszości z, a z jest zdarzeniem teraźniejszym w stosunku do y, chociaż x leży już w absolutnej przeszłości lub przyszłości y. Nasuwa się też problem uznania za teraźniejsze oddziaływań, procesów oraz przedmiotów wraz z ich historiami. Można bowiem pokazać, że dla historii jakiegokolwiek rozciągłego przedmiotu ograniczonego czasowo zdarzeniami x i y istnieje takie zdarzenie z, w którym x i y są podobne czasowo do z, a zatem należą do zbioru $N_z^{\,a}$. Gdyby więc przyjąć za Einsteinem, że dobrym przybliżeniem zegara jest ciąg zdarzeń uporządkowanych relacją wcześniejszości, przy czym możliwe byłoby wskazanie elementów: początkowego i końcowego takiego zbioru, należałoby uznać, iż istnieje takie zdarzenie, dla którego wszystkie wskazania zegara są teraźniejsze[6]. Podstaw do przyjęcia takiego spojrzenia na teraźniejszość nie dostrzegam w domyślnym i zdroworozsądkowym poglądzie wyrażonym w koniunkcji (1) i (2)[7].

6 A. Einstein, *Przestrzeń i czas w fizyce przedrelatywistycznej*, w: tegoż, *Istota teorii względności*, dz. cyt., s. 31.

7 Próby konstrukcji pojęcia teraźniejszości przy założeniu, że definiująca relacja nie jest tranzytywna, podjęli między innymi Zdzisław Augustynek i Edward J. Lowe. Wypada podkreślić, że wysiłki obu autorów wiążą się z debatą na gruncie ontologii czasu między **prezentyzmem** (istnieją tylko przedmioty teraźniejsze) a **eternalizmem** (istnieją zarówno przedmioty przeszłe, teraźniejsze i przyszłe), w której Augustynek opowiada się za eternalizmem, Lowe zaś zajmuje stanowisko prezentyzmu. W swojej pracy Augustynek dokonuje utożsamienia (absolutnego) zbioru zdarzeń istniejących z quasi-teraźniejszością, a następnie pogląd ten krytykuje z wykorzystaniem przywołanych paradoksów; w szczególności wskazuje na niepokojące twierdzenie, iż dla dowolnych zdarzeń x i y istnieje takie z, że jeśli x jest wcześniejsze od y, to x i y należą do zbioru zdarzeń istniejących wobec z. Lowe natomiast uważa, że oczekiwanie przechodniości istnienia jest metafizycznym założeniem czynionym przez eternalistę, na które prezentysta nie powinien się zgodzić. W swojej argumentacji odwołuje się on do przykładu **endurującej** osoby ludzkiej, która w różnych momentach współistnieje z jej tropami, choć jest jasne, że współistnienie tych tropów jest wykluczone na gruncie prezentyzmu. Por. Z. Augustynek, *Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość…*, dz. cyt., s. 59, 60, 119–120; E.J. Lowe, *Presentism and Relativity: No*

Widać wyraźnie, że o ile na gruncie fizyki klasycznej teraźniejszość doskonale wpisuje się w nasze postrzeganie „teraz", o tyle w fizyce relatywistycznej nie znajdujemy godnego zastępcy N_x. Dotychczasowe rozważania pokazują raczej, że własności równoważnościowości i niezmienniczości – tradycyjnie kojarzone z pojęciami równoczesności i teraźniejszości w MK – w STW stają się rozłączne. Zdaje się więc, że teraźniejszość może być albo równoważnościowa i zmiennicza (N_x^u), albo nierównoważnościowa i niezmiennicza (N_x^a), co zresztą – w swojej argumentacji wymierzonej w prezentyzm – skrzętnie wykorzystują eternaliści[8]. Nie dziwi w związku z tym pesymistyczna hipoteza postawiona przez Stevena Savitta, iż **w czasoprzestrzeni Minkowskiego nie ma czegoś takiego jak teraźniejszość w klasycznym rozumieniu**[9].

4. Ogólny schemat punktowej koncepcji teraźniejszości

Okazuje się jednak, że w relatywistycznej czasoprzestrzeni istnieje wiele obiektów, które zachowują absolutny i równoważnościowy charakter. Nasze dotychczasowe wysiłki ograniczały się bowiem do poszukiwania obiektów o charakterystyce odpowiadającej standardom (1) oraz (2) wśród przedmiotów zdefiniowanych z wykorzystaniem relacji czasowych zdarzeń. Trudno się dziwić temu założeniu, skoro teraźniejszość tradycyjnie odnosimy do równoczesności, a w przeświadczeniu tym utwierdza nas MK. Tymczasem zaraz stanie się jasne, że decyzję w tej sprawie podjęliśmy zbyt prędko. Cofając się do naszej rekonstrukcji czasoprzestrzeni Minkowskiego, przekonamy się, że istotą przejścia z fizyki klasycznej do fizyki relatywistycznej jest porzucenie funkcji czasowej t na rzecz metryki czasoprzestrzennej g, dzięki której definiujemy interwały pomiędzy punktami. Swoistością tej zmiany jest przede wszystkim to, że wszelkie obiekty czasoprzestrzenne są niezależne od jakiegokolwiek obserwatora, podczas gdy obiekty czasowe i przestrzenne dodatkowo dzielimy na absolutne i względne. Widzimy więc,

Conflict, w: *New Papers on the Present – Focus on Presentism*, red. R. Ciuni, K. Miller, G. Torrengo, Munich 2013, s. 134–153.

8 W tej sprawie należy przywołać klasyczne prace Wima Rietdijka i Hilarego Putnama; por. C.W. Rietdijk, *A Rigorous Proof of Determinism Derived from the Special Theory of Relativity*, „Philosophy of Science" 1966, t. 33, nr 4, s. 341–344; H. Putnam, *Time and Physical Geometry*, „The Journal of Philosophy" 1967, t. 64, nr 8, s. 240–247.

9 S. Savitt, *There's No Time Like The Present (in Minkowski Space-Time)*, „Philosophy of Science" 1998, t. 67, s. 563.

że krytyka podnoszona wobec relatywistycznej teraźniejszości, która zmierza do okazania, że nie istnieje przedmiot postulowany przez STW oraz spełniający warunki (1) i (2), opiera się na poważnym nieporozumieniu, ponieważ stanowi niekonsekwentne przejście z MK do STW.

Biorąc to wszystko pod uwagę, dochodzimy do przekonania, że satysfakcjonująca koncepcja teraźniejszości dla STW powinna nie mieć, jak mogłoby się wydawać, charakteru *stricte* czasowego, ale utożsamiać „teraz" ze zbiorem zdarzeń czasowo i przestrzennie nierozciągłym, który dodatkowo zostaje oparty na pewnej równoważnościowej relacji w zbiorze *S*. Niniejsze założenie, leżące u podstaw PKT, można zatem wysłowić następująco:

(PKT1) Teraźniejszość zdarzenia *x* w STW jest czasowo i przestrzennie nierozciągłym niepustym zbiorem zdarzeń, który jest klasą abstrakcji *x* od pewnej relacji w *S*.

Sens tego założenia zależy od odpowiedniego rozumienia pojęcia czasowej i przestrzennej nierozciągłości zbioru zdarzeń punktowych. Chociaż interpretacja potocznych intuicji związanych z nierozciągłością klasy zdarzeń w ramach szczególnej teorii względności nie jest zabiegiem całkowicie neutralnym, to wydaje się rzeczą bezsporną, że elementy takiego zbioru nie mogą zachodzić w punktach odseparowanych czasopodobnie lub przestrzennopodobnie. Nie zwykliśmy również nazywać nierozciągłymi czasowo i przestrzennie klas, których elementy daje się połączyć sygnałami świetlnymi, gdyż możliwość wystąpienia takiego oddziaływania między zdarzeniami implikuje ich absolutną wcześniejszość lub późniejszość. W tej sytuacji zdarzenia tworzące odnośny zbiór w ogóle nie zachodzą w punktach odseparowanych interwałami zerowymi, czasopodobnymi lub przestrzennopodobnymi, a tylko takie interwały przewiduje STW. Wobec tego czasową i przestrzenną nierozciągłość klasy zdarzeń najprościej będzie zdefiniować tak, iż wszystkie elementy rzeczonego zbioru zachodzą w tym samym punkcie czasoprzestrzeni. Decydując się na takie określenie nierozciągłości, wolno pokusić się o interpretację (PKT1), która głosi:

(PKT2) Teraźniejszość zdarzenia *x* w STW jest zbiorem zdarzeń zachodzących w tym samym punkcie $p \in M$, a odnośny zbiór jest klasą abstrakcji *x* od pewnej relacji w *S*.

Spróbujmy teraz odpowiedzieć na pytanie, czy jakaś relacja postulowana i opisywana przez STW daje nadzieję na zdefiniowanie punktowej teraźniejszości przez abstrakcję. Niewątpliwie tak. W fizyce relatywistycznej spotykamy przecież relację **koincydencji czasoprzestrzennej** zdarzeń $K \subset S \times S$, która stwierdza zachodzenie zdarzeń w tym samym punkcie $p \in M$. W ujęciu formalnym będzie to:

(D7) $\forall x \forall y \, \{K(x,y) \equiv \exists p \exists q \, [Z(x,p) \wedge Z(y,q) \wedge p = q]\}$.

Widać natychmiast, że relacja koincydencji zdarzeń jest stosunkiem identyczności czasoprzestrzennej, ponieważ zostaje ona oparta na identyczności punktów. Co więcej, koincydencja – w przeciwieństwie do związku R_u – jest relacją niezależną od jakiegokolwiek układu odniesienia. Dlatego też pojęcia określone przez K również mają tę cechę.

Mógłby ktoś jednak spytać, jakie racje przemawiają za tym, iż koincydencja jest relacją absolutną. O ile bowiem równoważnościowy charakter tej relacji – jako identyczności lokalizacji w czasoprzestrzeni Minkowskiego – nie rodzi poważniejszych wątpliwości, o tyle jej niezależność od obserwatora inercjalnego może się wydać mniej oczywista.

W celu zilustrowania absolutności koincydencji przypomnijmy sobie sygnałowe definicje relacji R_u i R_a. Jak pamiętamy, odpowiednie definicje zakładają tu określony układ odniesienia $u \in U$, ustaloną w nim metrykę przestrzenną oraz przestrzenną separację zdarzeń x i y. Sens obu definicji polega na tym, że sygnały świetlne, których **emisje** z punktów p i q zostały oznaczone jako x i y, spotykają się w pewnym punkcie otwartego przedziału ograniczonego p i q. Dotąd jednak nie rozważaliśmy zdarzeń, które polegają na **odebraniu** obu sygnałów w owym punkcie. Otóż skoro zdarzenia mają charakter punktowy, a z definicji emisje obu sygnałów świetlnych dzieli pewna przestrzeń, to zdarzenia oznaczające emisje nie wyczerpują sygnału. Wręcz przeciwnie – sygnały powinno się interpretować jako rozciągłe czasowo procesy, czyli ciągi zdarzeń ograniczone w chwili początkowej zdarzeniami x i y, przez które przebiega oddziaływanie elektromagnetyczne (świetlne) D_c.

Mówiąc nieco bardziej formalnie, zbiór f_c nazwiemy **sygnałem świetlnym** wtedy i tylko wtedy, gdy jest on niepustym zbiorem zdarzeń, który daje się ostro liniowo uporządkować relacją D_c i żaden jego przekrój w sensie Dedekinda nie jest ani skokiem, ani luką. Czynimy przy tym założenie, że odnośna relacja jest asymetryczna i przechodnia w S oraz spójna w f_c. Symbolicznie definicję tę wyrażamy następująco:

$$\text{(D8)} \quad \forall f_c \{f_c \in F_c \equiv [f_c \subset S \wedge f_c \neq \emptyset \wedge \exists O\, (O = \langle f_c, D_c \rangle)\}.$$

Określamy następnie dwa konkretne sygnały, w których odwołujemy się do ustalonych zdarzeń x i y. W ten sposób otrzymujemy $f_c(x)$ i $f_c(y)$, czyli sygnały świetlne postaci $f_c(x) = \{x, x_1, \ldots, z\}$ i $f_c(y) = \{y, y_1, \ldots, v\}$. Na potrzeby niniejszej analizy uznajmy, że w x dochodzi do emisji $f_c(x)$, a zdarzenie z oznacza odebranie $f_c(x)$. Analogicznie załóżmy, iż do emisji $f_c(y)$ dochodzi w y, a do jego odebrania odpowiednio w v.

Zasadniczym wnioskiem płynącym z tych ustaleń jest to, że definicja sygnałowa $R_u(x,y)$ stwierdza zachodzenie zdarzeń z i v w punkcie środkowym r odcinka $|pq|$. Nie ulega wątpliwości, że podobnie wygląda procedura zmierzająca do określenia quasi-równoczesności x i y. Wówczas ustalenie, że x i y są czasowo podobne, jest równoważne temu, iż zdarzenia z i v są wspólnie zlokalizowane w jakimś punkcie z otwartego przedziału od p do q. Toteż procedury zmierzające do wskazania definicji układowej i absolutnej równoczesności zdarzeń tak naprawdę korzystają z relacji koincydencji! Powiemy bowiem, że zdarzenia x i y spotykają się w punkcie r, gdy istnieją takie zdarzenia z i v, iż z i v należą do sygnału i koincydują ze sobą w r:

$$\text{(D9)} \quad \forall x \forall y \forall r \{Q(x,y,r) \equiv \exists z \exists v\, [z \in f_c(x) \wedge v \in f_c(y) \wedge Z(z,r) \wedge Z(v,r)]\}^{10}.$$

Wynik ten nie jest najzupełniej nowy – jest rozwinięciem i formalizacją oszczędnej uwagi Wernera Heisenberga o tym, że definiując równoczesność, tak naprawdę definiujemy koincydencję[11]. Najważniejszą konsekwencją takiego ustalenia okazuje się jednak wskazanie empirycznej procedury, przy pomocy której możemy uzasadnić absolutność relacji K. Zauważmy bowiem, że jeśli zdarze-

10 Łatwo spostrzec, że *definiens* (D9) implikuje koincydencję z i v. W powyższej formule nie powołuję się na koincydencję tylko z tego względu, iż relacja K nie wskazuje na to, że zdarzenia zachodzą właśnie w punkcie r. Bezpośrednie odwołanie się do koincydencji w (D9) wymagałoby bowiem uznania, iż w istocie (D7) definiuje trójargumentową relację koincydowania zdarzeń w punkcie $K(z,v,r)$.

11 Oryginalny zamysł Heisenberga modyfikuję pod tym względem, iż nie chcę sygnałowo definiować koincydencji, ale raczej dążę do zdefiniowania spotkania sygnałów. Motywuję to tym, iż koincydencja została już zdefiniowana w (D7), a spotkanie sygnałów – z którego korzystaliśmy w (D3) i (D5) – nie zostało wcześniej określone. Por. tenże, *Fizyka a filozofia*, tłum. S. Amsterdamski, Warszawa 1965, s. 110.

nia z i v ze sobą koincydują, to każdy sygnał dotrze do z w tym samym czasie i miejscu, w którym nastąpi jego odbiór w v. Próba oszacowania jakiegokolwiek interwału między tymi zdarzeniami jest z góry skazana na porażkę w każdym układzie.

Przekonaliśmy się, że koincydencja jest relacją nie tylko równoważnościową, ale też absolutną. W związku z tym możemy bez obaw wysłowić kolejną – zresztą równoważną (PKT2) – tezę, w której już skorzystamy z pojęcia koincydencji. Głosi ona:

(PKT3) Teraźniejszość zdarzenia x w STW jest klasą abstrakcji x od relacji koincydencji K lub niepustym właściwym podzbiorem tejże klasy, który także jest klasą abstrakcji x od pewnej relacji w S.

W twierdzeniu tym zawiera się intuicja, że wszystkie klasy abstrakcji od relacji K w zbiorze S oraz ich niepuste właściwe podzbiory (nie tylko klasy abstrakcji) tworzą rodzaj przedmiotów, których cechą szczególną jest to, iż wszystkie ich elementy zachodzą w tym samym punkcie. Jest rzeczą naturalną, że zdarzenia należą do takich zbiorów niezależnie od jakiegokolwiek układu, choć wśród mnogości tego rodzaju znajdziemy zarówno zbiory oparte, jak i nieoparte na pewnej relacji równoważnościowej. Proponowana definicja tych przedmiotów, które nazywać będziemy **koincydensami**, brzmi następująco:

(D10) $\forall k\ \{k \in Ks \equiv [k \subset S \wedge k \neq \emptyset \wedge \exists x\ (k = |x|_K \vee k \subset |x|_K)]\}$.

Podkreślmy, że koincydensów – zbiorów ufundowanych w zdarzeniach – nie utożsamiamy z punktami, choć oczywiście nierozciągły czasowo i przestrzennie charakter tych obiektów wyraża się w tym, iż wszystkie zdarzenia należące do koincydensu zachodzą w tym samym punkcie czasoprzestrzeni. Zaproponowane pojęcie koincydensu różni się więc od ujęcia pojawiającego się w ontologii ewentyzmu punktowego Zdzisława Augustynka[12].

Jedno wszakże nie ulega wątpliwości: badania nad punktową teraźniejszością ograniczają się do koincydensów zdefiniowanych przez abstrakcję. Dlatego też – w świetle definicji (D10) – teza (PKT3) może zostać skrócona do postaci:

[12] Rozwiązanie Augustynka, iż koincydensami są przede wszystkim punkty czasoprzestrzenne – traktowane jako zbiory zdarzeń – jest dla nas nie do przyjęcia, gdyż ewentyzm zakłada wtórność czasoprzestrzeni względem świata fizycznego. W niniejszej pracy założyliśmy tymczasem niezależność punktów i zdarzeń. Por. tenże, *Ewentyzm punktowy*, w: tegoż, *Czasoprzestrzeń. Eseje filozoficzne*, Warszawa 1997, s. 178.

(PKT4) Teraźniejszość zdarzenia x w STW jest koincydensem, który jest klasą abstrakcji x od pewnej relacji w S; w szczególności teraźniejszością x jest $|x|_K$.

Uszczegółowieniem tego schematu byłaby teza wymieniająca wszystkie relacje, na których opierają się klasy abstrakcji zaliczane do grupy koincydensów. Można bowiem zauważyć, że skoro koincydensy są klasami abstrakcji od stosunku K lub podzbiorami właściwymi tej klasy, to najszerszą zakresowo relacją spełniającą (PKT4) jest koincydencja. Natomiast najwęższym takim związkiem jest **identyczność logiczna** zdarzeń $I \subset S \times S$ (zapisywana dla $x, y \in S$ jako $x = y$), czyli najsilniejsza relacja równoważnościowa. Wobec tego rodzinę interesujących nas relacji daje się wyznaczyć w taki sposób, iż każda taka relacja tworzy klasę abstrakcji dla jakiegoś $x \in S$, która zawiera się niewłaściwie w $|x|_K$, a w niej samej niewłaściwie zawiera się $|x|_I$. Wolno zatem powiedzieć, że relacje czyniące zadość (PKT4) należą do przedziału postaci:

(C) $I \subseteq \ldots \subseteq K$.

Nie możemy tu podjąć bliższej analizy wszystkich tych związków, a nawet ich wyliczenia – wymagałoby to odrębnego opracowania. Dlatego formułując ostateczny schemat PKT, ograniczymy się do tego, że interesujące nas relacje należą do wspomnianego przedziału. Brzmienie tego schematu jest następujące:

(PKT5) Teraźniejszość zdarzenia x w STW jest koincydensem, który jest klasą abstrakcji x od pewnej relacji należącej do (C) w S; w szczególności teraźniejszością x jest $|x|_K$.

Reasumując ten etap naszych rozważań, stwierdzimy, iż wbrew wcześniejszym obawom znajdujemy w STW absolutne i zarazem równoważnościowe relacje, na podstawie których możemy zdefiniować klasyczną teraźniejszość w czasoprzestrzeni Minkowskiego. Jest przy tym jasne, że przynajmniej część koincydensów nadających się do realizacji tego zadania ma określone znaczenie fizyczne na gruncie STW. Przykładem takiego przedmiotu jest klasa abstrakcji x od niezmienniczej relacji K, którą definiujemy, opierając się na zgodności współrzędnych czasoprzestrzennych punktów. W tej sytuacji trudno byłoby nam zarzucić, iż dopuszczalne na gruncie PKT pojęcia teraźniejszości mają charakter nieostry lub są nieadekwatne fizykalnie.

Wszystko to w jaskrawy sposób pokazuje, że wśród koincydensów postulowanych przez (PKT5) znajdziemy (1) absolutne zbiory zdarzeń, które (2) definiujemy przez abstrakcję od relacji postulowanej przez STW. Tym samym pesymistyczna ocena, dokonana przez Savitta, nie może zostać uznana za trafną.

5. Pewne konsekwencje punktowej teraźniejszości dla czasoprzestrzeni Minkowskiego

Dokonana analiza ogólnego schematu punktowych koncepcji teraźniejszości dostarczyła nam narzędzi, które mamy obecnie sposobność wypróbować, stosując je do bardziej szczegółowego problemu. Z ich pomocą postaram się mianowicie wskazać niektóre konsekwencje dla czasoprzestrzeni Minkowskiego i zlokalizowanych w niej przedmiotów, płynące z uznania koincydensów zdefiniowanych przez abstrakcję za teraźniejszość.

Na wstępie przypomnijmy, iż jednym z centralnych założeń niniejszej analizy jest odróżnienie identyczności logicznej od identyczności czasoprzestrzennej zdarzeń, czego wyrazem jest postulat (II). Mając więc na uwadze ogólny schemat (PKT5), możemy pokusić się o stwierdzenie, iż istnieją przynajmniej dwie odmiany punktowej koncepcji teraźniejszości. Wersja pierwsza – nazwijmy ją **maksymalną** – operuje pojęciem klasy abstrakcji od koincydencji czasoprzestrzennej, będącej największym koincydensem. Wobec tego usiłuje się tu utożsamić teraźniejszość ze zbiorem wszystkich zdarzeń zachodzących w tym samym punkcie niezależnie od tego, do jakich innych zbiorów one należą. Wersja druga – nazwijmy ją **minimalną** – posługuje się natomiast klasą abstrakcji od relacji identyczności logicznej, stanowiącą najmniejszy koincydens. W związku z tym stara się określić teraźniejszość pewnego zdarzenia jako zbiór, którego jedynym elementem jest owo zdarzenie. Kierując się względami oszczędności, skoncentrujemy się wyłącznie na pierwszym wariancie omawianej koncepcji.

Biorąc za podstawę założenie, iż teraźniejszość jest największym koincydensem, możemy przystąpić do meritum sprawy: przedstawienia konsekwencji punktowej koncepcji teraźniejszości dla czasoprzestrzeni Minkowskiego. Zaczniemy od podania pierwszego aksjomatu projektowanego systemu, który utożsamia teraźniejszość zdarzenia $x \in S$ z klasą abstrakcji tego zdarzenia od relacji koincydencji:

(A1*) $\forall x \forall y \{y \in Np_x \equiv y \in |x|_K\}$.

Z aksjomatu (A1*) i definicji (D7) uzyskujemy natychmiast tezy głoszące, iż przynależność zdarzenia y do teraźniejszości x ma charakter zwrotny, symetryczny i przechodni, *ergo* równoważnościowy:

(T1*) $\forall x \{x \in Np_x\}$,

(T2*) $\forall x \forall y \{y \in Np_x \equiv x \in Np_y\}$,

(T3*) $\forall x \forall y \forall z \{[y \in Np_x \wedge z \in Np_y] \rightarrow z \in Np_x\}$.

Aksjomat (A1*) w świetle (D7) wyraża również znany fakt, iż należenie y do teraźniejszości x sprowadza się do zachodzenia zdarzeń x i y w tym samym punkcie:

(T4*) $\forall x \forall y \{y \in Np_x \equiv \exists p \exists q\ [Z(x,p) \wedge Z(y,q) \wedge p = q]\}$.

Jeżeli zaś chodzi o definicję przeszłości i przyszłości zdarzenia x, to najlepszą strategią będzie określenie przeszłości jako zbioru zdarzeń, które mogą oddziaływać na x, a przyszłości jako zbioru zdarzeń, na które x może wpłynąć. I tak, gdy absolutną wcześniejszość i późniejszość zdarzeń – określone z pomocą interwałów i_0 i i_C opisujących punkty, w których odnośne zdarzenia zachodzą – oznaczymy odpowiednio jako $W \subset S \times S$ i $W° \subset S \times S$, wówczas definicje przeszłości i przyszłości otrzymają postaci:

(D1*) $Pp_x =_{\mathrm{df}} \{y \in S: W(y,x)\}$,

(D2*) $Fp_x =_{\mathrm{df}} \{y \in S: W°(y,x)\}$.

Łatwo można pokazać, że zbiory $P_x^{\ a}$ i $F_x^{\ a}$ są w rzeczywistości tożsame z Pp_x i Fp_x. Wynika stąd, iż postulowane rozumienie przeszłości i przyszłości wpisuje się w interpretację stożkową tych pojęć, do której przekonują nas fizycy. Powiemy zatem, że zbiory Pp_x i Fp_x są iloczynami uogólnionymi układowych przeszłości i przyszłości zdarzenia x:

(D3*) $Pp_x =_{\mathrm{df}} \bigcap_{u \in U} P_x^{\ u}$,

(D4*) $Fp_x =_{\mathrm{df}} \bigcap_{u \in U} F_x^{\ u}$.

W kontekście definicji (D3*) i (D4*) nasuwa się z kolei pytanie, czy nie możemy zdefiniować absolutnej teraźniejszości jako części wspólnej teraźniejszości względnych. Odpowiedź jest twierdząca. Okazuje się, że iloczynem uogólnionym teraźniejszości zdarzenia x wszystkich inercjalnych układów odniesienia jest zbiór wszystkich zdarzeń koincydujących z x. Formalnym wyrazem tej fundamentalnej obserwacji będzie drugi aksjomat systemu:

(A2*) $Np_x = \bigcap_{u \in U} N_x^u$[13].

Pouczająca jest przy tym obserwacja, że o ile zbiory Pp_x, Np_x, Fp_x zachowują wzajemną rozłączność, o tyle nie wyczerpują one wspólnie zbioru wszystkich zdarzeń. Dopełnieniem wskazanych przedmiotów jest **obszar pozastożkowy** (tak zwana sfera „gdzie indziej"), czyli zbiór zdarzeń zachodzących w punktach odseparowanych od p interwałami przestrzennopodobnymi. Odnośny obszar definiujemy tak, iż β_x jest różnicą zbioru zdarzeń quasi-równoczesnych wobec x i teraźniejszości punktowej Np_x. W języku formalnym:

(D5*) $\beta_x =_{\mathrm{df}} \{N_x^a - Np_x\}$.

Dalej, korzystając z definicji (D6), (D1*) i (D2*) oraz aksjomatu (A1*), można wykazać, że zbiór wszystkich zdarzeń punktowych jest sumą przeszłości, teraźniejszości, przyszłości i obszaru pozastożkowego:

(T5*) $\forall x \, \{S = [Pp_x \cup Np_x \cup Fp_x \cup \beta_x]\}$.

Na podstawie (A1*) oraz (T5*) przyjmujemy, że suma przeszłości, przyszłości i obszaru pozastożkowego tworzy dopełnienie teraźniejszości, czyli **nieteraźniejszość**:

(T6*) $\forall x \, \{\sim Np_x = [Pp_x \cup Fp_x \cup \beta_x]\}$,

(T7*) $\forall x \, \{\sim Np_x = [S - Np_x]\}$.

[13] Potraktowanie tego twierdzenia jako definicji Np_x mogłoby się spotkać z zarzutem błędnego koła. Pamiętamy, że przeszłość, teraźniejszość i przyszłość zrelatywizowane do układu odniesienia oparliśmy na względnych relacjach wcześniejszości, równoczesności i późniejszości, którym przypisujemy znaczenie sygnałowe. W procedurach sygnałowych korzystamy natomiast z pojęcia spotkania sygnałów Q, zdefiniowanego w (D9) z wykorzystaniem relacji koincydencji. Dalej pokażemy jednak, że spotkanie sygnałów w punkcie można uznać za wtórne wobec relacji należenia zdarzenia do punktowej teraźniejszości Np_x. Zarzut ten nie ma zastosowania do (D3*) i (D4*), gdyż w tej aksjomatyzacji omawianej wersji PKT nie angażujemy Pp_x i Fp_x sygnałowo. Dlatego (A2*) uznajemy za aksjomat, a nie definicję.

Zauważmy teraz, że skoro quasi-teraźniejszość *x* jest sumą uogólnioną teraźniejszości *x* we wszystkich układach odniesienia, to zdefiniowany w (D5*) obszar β_x można dookreślić jako sumę uogólnioną takich teraźniejszości, od których odjęliśmy ich iloczyn uogólniony:

$$\text{(D6*)}\ \beta_x =_{df} \{[\cup_{u\in U} N_x^{\ u}] - [\cap_{u\in U} N_x^{\ u}]\}.$$

Pora zająć się fizycznym znaczeniem punktowej teraźniejszości. Zacznijmy od tego, że pojęcie punktowej teraźniejszości daje się bez większych trudności uwikłać sygnałowo, gdyż w koincydensach tego typu może dochodzić do odebrania wielu sygnałów świetlnych. Wykorzystując okoliczność, iż związek *K* jest implikowany przez *definiens* relacji spotkania sygnałów (D9), wolno nam powiedzieć, że gdy sygnały emitowane ze zdarzeń *x* i *y* spotykają się w punkcie *r*, to istnieją takie zdarzenia *z* i *v* należące do sygnałów $f_c(x)$ i $f_c(y)$, które są wobec siebie teraźniejsze (w punkcie *r*):

$$\text{(T8*)}\ \forall x\forall y\forall r\ \{Q(x,y,r) \rightarrow \exists z\exists v\ [z \in f_c(x) \land v \in f_c(y) \land z \in Np_v]\}.$$

Sformułowana właśnie teza (T8*) ma dwa plusy.

Po pierwsze, wyraźnie dopuszcza ona dojście do skutku dwóch i więcej nietożsamych zdarzeń w jednym punkcie. W tym przypadku podstawą nieidentyczności koincydujących zdarzeń jest okoliczność, iż odnośne zdarzenia należą do różnych sygnałów świetlnych, aczkolwiek źródłem ich nietożsamości mogą być również inne rodzaje łańcuchów przyczynowo-skutkowych[14]. W rezultacie niniejszy wariant PKT spełnia zaproponowany przez Craiga Callendera **warunek jedyności**, czyli zastrzeżenie, by w teraźniejszości zachodziły przynajmniej dwa nietożsame zdarzenia[15].

Po drugie, ponieważ z przywołaną w (T8*) relacją *Q* stykamy się w definiensach relacji mających znaczenie sygnałowe, możemy uznać pojęcie punktowej teraźniejszości za bardziej podstawowe niż pojęcia przeszłości, przyszłości czy obszaru pozastożkowego w zaprezentowanym ich rozumieniu. Weźmy na przykład definicję (D5*), do której dochodzimy dzięki określeniu quasi-teraźniejszości. Uzyskując natomiast quasi-teraźniejszość w (D6), korzystamy z pojęcia quasi-równoczesności zdefiniowanego sygnałowo w (D5). W ten sposób wreszcie

---

14 Jak słusznie zauważa Władysław Krajewski, o związku przyczynowym między zdarzeniami możemy mówić, gdy „jedno z nich jest emisją pewnej porcji energii czy informacji, drugie zaś – jej odebraniem" – tegoż, *Związek przyczynowy*, Warszawa 1967, s. 173.

15 C. Callender, *Shedding Light on Time*, „Philosophy of Science" 2000, t. 67, s. 592.

odwołujemy się do pojęcia punktowej teraźniejszości, gdyż spotkanie sygnałów implikuje koincydencję ich odebrania, co stwierdza się w (T8*).

Oba te plusy uzyskuje się jednak kosztem – przywoływanego wielokrotnie – rozróżnienia identyczności logicznej i czasoprzestrzennej. W tym miejscu warto podkreślić, że nie wszyscy filozofowie zajmujący się problematyką PKT decydują się na zróżnicowanie owych relacji lub choćby na potraktowanie tego zagadnienia wystarczająco poważnie. O ile badacze pokroju Zdzisława Augustynka[16] i Christiana Wütricha[17] świadomie dokonują dystynkcji między zdarzeniami i punktami oraz relacjami identycznościowymi, o tyle czytając stwierdzenie Howarda Steina, że „teraźniejszość zdarzenia jest konstytuowana tylko przez to zdarzenie", można się wyłącznie domyślać rzeczywistych intencji autora[18]. Chodzi o to, że teraźniejszość jest (a) zbiorem wszystkich zdarzeń zachodzących w tym samym miejscu i czasie (koincydensem $|x|_K$), (b) zbiorem jednoelementowym, do którego należy zdarzenie egzemplifikujące tylko jedną wielkość (koincydensem $|x|_I$), lub też (c) zbiorem jednoelementowym tworzonym tylko przez zdarzenie egzemplifikujące wszystkie wielkości fizyczne mające miejsce w tym punkcie.

Pierwsze dwie interpretacje stanowiska Steina i pokrewnych mu filozofów były już przedmiotem rozważań; ich wynikami są odpowiednio wersja maksymalna i wersja minimalna punktowej teraźniejszości. Natomiast ewentualne przyjęcie trzeciej linii interpretacyjnej zmusiłoby nas do daleko posuniętej rewizji dotychczasowego rozumienia tego, czym są zdarzenie oraz jego zachodzenie w punkcie. Należałoby wówczas zrezygnować z akceptacji (II) na rzecz **założenia Reichenbacha**, wykluczającego możliwość koincydencji nietożsamych zdarzeń:

(Z) $\forall x \forall y \, \{K(x,y) \equiv [x = y]\}$.

---

16 Z. Augustynek, *Realizmy: temporalny i spacjalny*, w: tegoż, *Czasoprzestrzeń*…, dz. cyt., s. 85.

17 Ch. Wüthrich, *The Fate of Presentism in Modern Physics*, w: *New Papers on the Present*…, dz. cyt., s. 91–131.

18 Przywołany problem bezpośrednio dotyczy tekstu Steina, będącego zarazem odpowiedzią na argumentację Riedtijka i Putnama; por. tenże, *On Einstein-Minkowski Space-Time*, „Journal of Philosophy" 1968, t. 65, nr 1, s. 15. Wśród innych tekstów poświęconych PKT, których autorzy nie kładą nacisku na kwestię rozróżnienia *I* oraz *K*, można wymienić między innymi: M. Hinchliff, *A Defense of Presentism in a Relativistic Setting*, „Philosophy of Science" 2000, t. 67, s. 575–586; J. Harrington, *Special Relativity and the Future: A Defense of the Point Present*, „Studies in the History and Philosophy of Modern Physics" 2008, t. 39, nr 1, s. 82–101; K. Brading, *Presentism as an Empirical Hypothesis*, „Philosophy of Science" 2013, t. 80, nr 5, s. 1101–1111.

W ten sposób – na podstawie założenia (Z) i aksjomatu (A1*) – otrzymalibyśmy twierdzenie, że teraźniejszość zdarzenia *x* jest klasą abstrakcji od relacji identyczności w sensie Reichenbacha, czyli singletonem {*x*}. Łatwo spostrzec, że redukcja teraźniejszości do zbioru jednoelementowego objęłaby także pozostałe relacje z przedziału (C). Bylibyśmy wtedy zmuszeni uznać, iż istnieje tylko jedna wersja PKT, według której teraźniejszość zdarzenia tworzy wyłącznie rzeczone zdarzenie. Takie rozumienie poglądu Steina prowadziłoby więc do banalizacji idei punktowej teraźniejszości.

Warte podkreślenia wydaje mi się, że chociaż ewentualne przyjęcie optyki Reichenbacha odzierałoby ideę punktowej teraźniejszości z niektórych interesujących treści, to wciąż nie eliminowałoby jej głównych walorów technicznych. Forsowana koncepcja dalej znajdowałaby bowiem silne wsparcie w aparacie pojęciowym teorii czasoprzestrzeni Minkowskiego, a zdefiniowana w ten sposób teraźniejszość czyniłaby zadość warunkom (1) i (2). Mam jednak poważne wątpliwości co do tego, czy taka doktryna mogłaby korespondować z intuicjami wykraczającymi poza owe warunki, do których zaliczymy między innymi antysolipsystyczny charakter teraźniejszości. Jest rzeczą dyskusyjną, czy punktowa koncepcja teraźniejszości oparta wyłącznie na aksjomatach (A1*) i (A2*) jest propozycją solipsystyczną. Zdaje się temu przeczyć jej niejedyność w sensie Callendera. Nie do podważenia wydaje się tymczasem zdecydowanie solipsystyczny charakter wskazanego wariantu PKT, gdy decydujemy się na przyjęcie założenia (Z).

6. Uogólnienie punktowej koncepcji teraźniejszości na ogólną teorię względności

Zamknijmy nasze rozważania nie tyle podsumowaniem – wobec niewielkiej objętości tekstu wydaje się ono zbędne – ile krótkim komentarzem o możliwym kierunku uogólnienia koncepcji punktowej na teorię fizyki zakresowo szerszą od STW. Chodzi o to, że absolutny i równoważnościowy charakter koincydencji i pojęć zdefiniowanych z jej użyciem nie ogranicza się tylko do czasoprzestrzeni Minkowskiego, która jest – z perspektywy matematycznej – podstawą niemal całej STW. Daje się bowiem zauważyć, iż niezmienniczość koincydencji zdarzeń w tym samym stopniu obowiązuje w ogólnej teorii względności, w której czasoprzestrzeń rozważa się w obecności pola grawitacyjnego, a jej modelem okazuje się czterowymiarowa przestrzeń Riemanna[19].

Naturalną konsekwencją zgodności punktowej koncepcji teraźniejszości z STW jest stosowalność tego poglądu do obszarów czasoprzestrzeni, w których brakuje pola grawitacyjnego lub rzeczone pole jest stałe i słabe. Okazuje się bowiem, że w takich regionach czasoprzestrzeni – zwanych zwykle galileuszowymi – OTW przechodzi w STW. Tak scharakteryzowane pole grawitacyjne pozwala zachować absolutny i równoważnościowy charakter koincydencji, identyczności i pozostałych stosunków postulowanych przez schemat (PKT5). W szczególności gdy mówimy o teraźniejszości rozumianej jako klasa abstrakcji od relacji K, a rozważany obszar czasoprzestrzeni jest galileuszowy, możemy utrzymać wszystkie aksjomaty, definicje i twierdzenia uzyskane we wcześniejszym paragrafie – również definicje angażujące przeszłość, teraźniejszość i przyszłość w znaczeniu układowym.

Zakres aplikacji PKT nie kończy się jednakże w tym miejscu. Uwidocznia to fakt, iż w OTW poza obszarami galileuszowymi występują także pola statyczne, stacjonarne oraz dowolne. O ile w przypadku pól statycznych daje się jeszcze zdefiniować równoważnościową równoczesność układową i oprzeć na niej teraźniejszość w sensie (D4), o tyle podobna procedura nie jest możliwa, gdy rozważamy pola stacjonarne i dowolne[20]. Mianowicie w polach stacjonarnych stosunek równoczesności ma charakter zwrotny i symetryczny, ale nieprzechodni, natomiast w polach dowolnych w ogóle wykluczona jest możliwość definicji jednoczesności metodą sygnałową. Znamienne jest, iż podobne ograniczenia nie dotyczą koincydencji oraz definicji koincydensów przez abstrakcję. Powiemy zatem, że punktowa teraźniejszość jest absolutna i oparta na równoważnościowej relacji z przedziału (C) nie tylko w dowolnym układzie odniesienia, ale też w każdym polu grawitacyjnym. Prowadzi to do wniosku, że zwłaszcza koincydens $|x|_K$ spełnia standardy klasycznej teraźniejszości (1) i (2) w obu teoriach. Jest to wynik – w tym kontekście – nowy i zaskakujący.

[19] Por. W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, dz. cyt., s. 152.
[20] W tej sprawie por. Z. Augustynek, *Natura czasu*, dz. cyt., s. 220–224.

Bibliografia

Augustynek Z., *Ewentyzm punktowy*, w: tegoż, *Czasoprzestrzeń. Eseje filozoficzne*, WFiS UW, Warszawa 1997, s. 174–183.

Augustynek Z., *Natura czasu*, PWN, Warszawa 1975.

Augustynek Z., *Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość. Studium filozoficzne*, PWN, Warszawa 1979.

Augustynek Z., *Realizmy: temporalny i spacjalny*, w: tegoż, *Czasoprzestrzeń. Eseje filozoficzne*, WFiS UW, Warszawa 1997, s. 66–87.

Bigaj T., *Jakościowe teorie czasoprzestrzeni*, „Filozofia Nauki" 1995, nr 3(4), s. 33–52.

Brading K., *Presentism as an Empirical Hypothesis*, „Philosophy of Science" 2013, t. 80, nr 5, s. 1101–1111.

Callender C., *Shedding Light on Time*, „Philosophy of Science" 2000, t. 67, s. 587–599.

Dainton B., *Time and Space*, Routledge, New York 2014.

Earman J., *World Enough and Space-Time*, MIT Press, Cambridge, MA 1989.

Einstein A., *Przestrzeń i czas w fizyce przedrelatywistycznej*, w: tegoż, *Istota teorii względności*, tłum. A. Trautman, Zysk i S-ka, Poznań 2021, s. 31–54.

Einstein A., *Szczególna teoria względności*, w: tegoż, *Istota teorii względności*, tłum. A. Trautman, Zysk i S-ka, Poznań 2021, s. 55–88.

Harrington J., *Special Relativity and the Future: A Defense of the Point Present*, „Studies in the History and Philosophy of Modern Physics" 2008, t. 39, nr 1, s. 82–101.

Heisenberg W., *Fizyka a filozofia*, tłum. S. Amsterdamski, Książka i Wiedza, Warszawa 1965.

Hinchliff M., *A Defense of Presentism in a Relativistic Setting*, „Philosophy of Science" 2000, t. 67, s. 575–586.

Kopczyński W., Trautman A., *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, PWN, Warszawa 1984.

Krajewski W., *Związek przyczynowy*, PWN, Warszawa 1967.

Lowe E.J., *Presentism and Relativity: No Conflict*, w: *New Papers on the Present – Focus on Presentism*, red. R. Ciuni, K. Miller, G. Torrengo, Philosophia Verlag, Munich 2013, s. 134–153.

Putnam H., *Time and Physical Geometry*, „The Journal of Philosophy" 1967, t. 64, nr 8, s. 240–247.

Rietdijk C.W., *A Rigorous Proof of Determinism Derived from the Special Theory of Relativity*, „Philosophy of Science" 1966, t. 33, nr 4, s. 341–344.
Savitt S., *There's No Time Like The Present (in Minkowski Space-Time)*, „Philosophy of Science" 1998, t. 67, s. 563–574.
Stein H., *On Einstein-Minkowski Space-Time*, „Journal of Philosophy" 1968, t. 65, nr 1, s. 5–23.
Wüthrich Ch., *The Fate of Presentism in Modern Physics*, w: *New Papers on the Present – Focus on Presentism*, red. R. Ciuni, K. Miller, G. Torrengo, Philosophia Verlag, Munich 2013, s. 91–131.