

Michał HELLER  
Janusz MĄCZKA

## WHITEHEAD I EINSTEIN — DWA STYLE MYŚLENIA

### 1. Wprowadzenie

Rozważmy następujący, wyidealizowany przykład: W pustej przestrzeni znajdują się dwa punkty materialne. Interesują nas stany ich ruchów prostoliniowych i jednostajnych. Problem można rozważyć, odwołując się do dwóch następujących schematów.

**Schemat W:** Możliwe stany ruchu są następujące:

1. punkt  $A$  spoczywa i punkt  $B$  spoczywa,
2. punkty  $A$  i  $B$  zbliżają się do siebie,
3. punkty  $A$  i  $B$  oddalają się od siebie,
4. punkt  $A$  spoczywa, a punkt  $B$  zbliża się do punktu  $A$ ,
5. punkt  $A$  spoczywa, a punkt  $B$  oddala się od punktu  $A$ ,
6. punkt  $B$  spoczywa, a punkt  $A$  zbliża się do punktu  $B$ ,
7. punkt  $B$  spoczywa, a punkt  $A$  oddala się od punktu  $B$ .

**Schemat E:** Jediną wielkością, która nas interesuje, jest względna odległość między punktami  $A$  i  $B$ . Możliwe są zatem następujące przypadki:

- 1'. odległość między punktami  $A$  i  $B$  nie zmienia się,
- 2'. odległość między punktami  $A$  i  $B$  maleje,
- 3'. odległość między punktami  $A$  i  $B$  rośnie.

Wydaje się, że schemat **W** jest bardziej wyczerpujący, zawiera więcej informacji niż schemat **E**. Ten ostatni nie rozróżnia bowiem kilku możliwych przypadków wyróżnionych przez schemat **W** (np. identyfikuje on sytuacje 4 i 6).

---

\*UWAGA: Tekst został zrekonstruowany przy pomocy środków automatycznych; możliwe są więc pewne błędy, których sygnalizacja jest mile widziana (obi@opoka.org). Tekst elektroniczny posiada odrębną numerację stron.

Analizy według schematu **W** zastosował Whitehead w swoich poszukiwaniach podstaw fizyki. Analiza według schematu **E** legła u podstaw Einsteińskiej szczególnej teorii względności. Sukces teorii Einsteina — chociaż opartej na uboższym schemacie — całkowicie zdystansował dociekania Whiteheada zmierzające do stworzenia podstawowej teorii ruchu, czasu i przestrzeni. Niniejszy artykuł jest próbą zrozumienia, dlaczego tak się stało.

Interesujący jest zbieg okoliczności, że prace Whiteheada i Einsteina dotyczące tych zagadnień ujrzały światło dzienne w tym samym 1905 roku. W tymże roku Alferd North Whitehead na zebraniu Towarzystwa Królewskiego w Londynie wygłosił odczyt pt. *On Mathematical Concepts of the Material World*, który został opublikowany rok później w „Philosophical Transactions of the Royal Society of London”<sup>1</sup>. Praca ta stanowiła w istocie dokładne i pojęciowo wyrafinowane rozbudowanie schematu **W**<sup>2</sup>. Whitehead zdawał sobie jasno sprawę z tego, że jego analizy nie odnoszą się wprost do rzeczywistego świata (a zatem nie są częścią fizyki), lecz stanowią klasyfikację wszystkich możliwości. Dlatego też podkreślał, że jego artykuł ma charakter czysto logiczny (mimo tego, co sugerował tytuł). W końcowej części artykułu Whitehead wyraził przekonanie, że chociaż wyróżnił on abstrakcyjne „pojęcia świata materialnego” (odpowiedniki poszczególnych przypadków w uproszczonym schemacie **W**) z czysto logicznego punktu widzenia, mogą one zostać wykorzystane w fizyce, gdy trzeba będzie sformułować nowe prawa fizyczne. Tak się jednak nie stało. Poza późniejszymi próbami samego Whiteheada, nie są nam znane żadne poważne prace, które by nawiązywały w fizyce do Whiteheadowskich „pojęć świata materialnego”.

W tym samym 1905 roku ukazała się praca Alberta Einsteina pt. *O elektrodynamice ciał w ruchu*<sup>3</sup>. Jak wiadomo, dokonała ona rewolucji w naszym rozumieniu przestrzeni i czasu. Problem, jakiemu Einstein stawił czoło, był w dużej mierze tym samym problemem, z którym zmierzył się Whitehead. Chodziło mianowicie o zrozumienie „fizyki ruchu jednostajnego i prostoli-

<sup>1</sup>A. N. Whitehead, *On Mathematical Concepts of the Material World*, „Philosophical Transactions of the Royal Society of London” A 205: 1906, s. 465–525.

<sup>2</sup>Wprowadzony przez nas na wstępie schemat **W** jest nie tyle uproszczoną wersją Whiteheadowskich „pojęć świata materialnego”, ile raczej konstrukcją sporządzoną wyłącznie dla celów poglądowych. Rzeczywisty schemat Whiteheada jest nie tylko bardziej rozbudowany, ale skonstruowany z nieco innego punktu widzenia. Warto na przykład zauważyć, że Whitehead nie tylko rozważa ruchy punktu, ale wprowadza również rozróżnienie punktu i tego, co się w nim znajduje. Por. J. Maćzka, *Od matematyki do filozofii. Twórcza droga Alfreda Northa Whiteheada*, Kraków: OBI, Tarnów: Biblos, 1998, s. 66.

<sup>3</sup>*Zur Elektrodynamik der bewegter Körper*, „Annalen der Physik”, 17: 1905, s. 891–921.

nijnego”, czyli ruchu inercjalnego. Zamiast pytać o logicznie możliwe „stany ruchu”, Einstein pytał o „stany ruchu” różniące się obserwacyjnie. Doprowadziło go to do słynnych operacyjnych definicji równoczesności, długości ciała w spoczynku, długości ciała w ruchu, przedziału czasowego w spoczynku i w ruchu, itp. Szczególna teoria względności jest w gruncie rzeczy niczym innym, jak tylko zbiorem konsekwencji wynikających z tych operacyjnych definicji i ich zastosowaniem do analizy paru fundamentalnych eksperymentów. Po kilku latach gorących dyskusji fizycy zostali zmuszeni wymową faktów do zaakceptowania teorii Einsteina. Dziś stanowi ona integralną część fizyki. Sukces ten Einstein powtórzył dziesięć lat potem, tworząc swoją ogólną teorię względności. Jest ona czymś więcej niż tylko rozszerzeniem poprzednich analiz na dowolne ruchy, nie tylko inercjalne, stanowi bowiem nową teorię grawitacji, która przechodzi w starą teorię ciężenia powszechnego Newtona dla słabych pól grawitacyjnych. Tym razem „opór” fizyków trwał dłużej, ale w końcu musieli się oni poddać wobec wymowy faktów doświadczalnych. Dziś fizyka silnych pól grawitacyjnych (np. późnych etapów ewolucji masywnych gwiazd) byłaby niemożliwa bez Einsteinowskiej teorii grawitacji.

Zważywszy to wszystko, nie mogło nie dojść do reakcji Whiteheada na sukcesy teorii względności. Nic więc dziwnego, że wielokrotnie zabierał on głos na jej temat. Co więcej, zaproponował on swoją wersję teorii względności i aż cztery wersje własnej teorii grawitacji<sup>4</sup>. W 1920 roku w edukacyjnym dodatku do gazety „The Times” ukazał się artykuł Whiteheada pt. *Einstein's Theory*<sup>5</sup>. Artykuł ten stanowi popularne omówienie szczególnej i ogólnej teorii względności Einsteina, ale — jak można się tego spodziewać — z punktu widzenia Whiteheadowskiego stylu myślenia. Krytyczne przyjrzenie się tej pracy może być dobrym punktem wyjścia do bardziej systematycznych i całościowych analiz koncepcji Whiteheada „wokół teorii względności”. Ten wątek prac brytyjskiego matematyka i filozofa zasługuje

---

<sup>4</sup>A. N. Whitehead, *The Principles of Relativity, with Applications to Physical Science*, Cambridge: University Press, 1926. Por. także R. J. Russell, *Whitehead, Einstein and the Newtonian Legacy*, [w:] *Newton and the New Direction in Science*, eds G. V. Coyne, M. Heller, J. Życiński, Città del Vaticano: Specola Vaticana, 1988, s. 175–189.

<sup>5</sup>A. N. Whitehead, *Einstein's Theory* [dalej ET], „The Times Educational Supplement” 1920, z. 12 II. Artykuł ten został przedrukowany w: A. N. Whitehead, *Science and Philosophy*, New York: A Philosophical Paperback, 1974, s. 303–314. Strony wszystkich cytatów z tego artykułu podajemy według tekstu umieszczonego w *Science and Philosophy*.

na szczególną uwagę, ponieważ stanowi on ważny etap jego drogi w kierunku filozofii procesu.

## 2. Strategia Whiteheada

Interesujący nas artykuł Whiteheada nosi tytuł *Teoria Einsteina*. Tytuł ten jest zaopatrzony w przypis, w którym Whitehead wyjaśnia, że jest to trzeci z serii artykułów opublikowanych w dodatku do „The Times” poświęconych teorii Einsteina. Poprzednie ukazały się w numerach z 22 i 29 stycznia 1920 roku i stanowiły przegląd oraz rodzaj podsumowania szczególnej teorii względności, podczas, gdy „celem tego artykułu jest w pewnym sensie krytyka wraz z sugestią alternatywnego wyjaśnienia wielkiego osiągnięcia Einsteina”<sup>6</sup>. Już w pierwszym akapicie Whitehead określa swoje stanowisko wobec nowej teorii: „Dzieło Einsteina może być analizowane, biorąc pod uwagę trzy czynniki — zasadę, procedurę i wyjaśnienie. Odkrycie zasady i procedury rozpoczyna nową epokę w nauce. Jestem jednak skłonny sądzić, że wyjaśnienie jest mylne, chociaż stanowiło ono kluczową ideę, którą Einstein kierował się podążając od swojej zasady do procedury”<sup>7</sup>. Whitehead zwraca uwagę na fakt, że podobne sytuacje nie są czymś wyjątkowym w historii nauki: geniusze często kierowali się ideami, które potem zostały odrzucone. Jako przykłady wymienia on Keplera i Maupertiusa. Od siebie dodajmy, że strategia obrona przez Whiteheada nie jest całkiem oryginalna. Historia nauki zna przypadki, w których krytycy proponowali nowe — i, jak sądzili, lepsze — interpretacje do niekwestionowanych osiągnięć znanych teorii. Co więcej, strategię tę stosowało wielu autorów w stosunku do teorii Einsteina<sup>8</sup>.

Zasadą Einsteina Whitehead nazywa: „związek pomiędzy czasem i przestrzenią, jaki wylania się z potraktowania [przez Einsteina] ogólnego faktu względności”<sup>9</sup>. Związek ten Whitehead uważa za coś nowego, ale do pewnego stopnia paradoksalnego. W celu jego wyjaśnienia odwołuje się do poglądów Newtona, który sądził, że „istnieje jedna określona przestrzeń, w jakiej

---

<sup>6</sup>ET, przypis 1, s. 303.

<sup>7</sup>ET, s. 303.

<sup>8</sup>Taką strategię w stosunku do teorii względności stosował zarówno Bergson, który pomawiał Einsteina o brak zrozumienia własnej teorii (por. M. Heller, *Nauka i wyobraźnia*, Kraków: Znak, 1995, s. 68–81), jak i Maritain, który twierdził, że fizycznie poprawna teoria Einsteina wymaga właściwej interpretacji filozoficznej (por. Z. Wolak, *Filozofia przyrody Maritaina a szczególna teoria względności*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 13: 1991, s. 33–42).

<sup>9</sup>ET, s. 303.

materialny świat się zdarza, i jeden ciąg jego zdarzania się, który można opisać przy pomocy jednego określonego czasu”<sup>10</sup>. Konsekwencją istnienia tego rodzaju abstrakcyjnej przestrzeni i abstrakcyjnego czasu jest absolutne i jednoznaczne rozumienie równoczesności. Newton pojmował ruch względny jednego ciała względem drugiego, jako różnicę ich absolutnych ruchów. Poglądy takie nie są jednak zgodne z prawami ruchu sformułowanymi przez Newtona. Jak bowiem wiadomo, nie pozwalają one wykryć absolutnego ruchu jednostajnego. „Postać, która nigdy nie pojawia się w sztuce, nie wymaga aktora, który by ją uosabiał”<sup>11</sup>. Nauka powinna zajmować się tylko „relacjami między postrzeganymi rzeczami”<sup>12</sup>.

Z tej lekcji historii wynika prosty wniosek: „odrzuć absolutną przestrzeń i traktować wszystkie stwierdzenia dotyczące przestrzeni, jako po prostu odnoszące się do zewnętrznych relacji fizycznego świata”<sup>13</sup>. Tu jednak Whitehead wysuwa dwa zastrzeżenia: pierwsze dotyczy absolutności rotacji. Jak wiadomo, absolutna rotacja Ziemi przejawia się w jej równikowym spłaszczeniu i oscylacjach wahadła Foucaulta. Druga trudność związana jest z „wykryciem” ruchu ciał względem eteru. Tę drugą trudność Einstein usuwa poprzez odwołanie się do przekształceń Lorentza (Whitehead nazywa je przekształceniami Larmora–Lorentza). Przekształcenia te z kolei zakładają niezależność prędkości światła od wyboru układu odniesienia. Whitehead stwierdza, że Einsteina „teoria równoczesności opiera się na przekazywaniu sygnałów świetlnych i, co za tym idzie, cała struktura naszego pojęcia natury jest istotnie związana z naszą percepcją energii promienistej”<sup>14</sup>. Whitehead uważa, że niezmienniczość prędkości światła nie zgadza się z późniejszymi osiągnięciami Einsteina, gdyż w ogólnej teorii względności „prędkość światła ulega zmianom na skutek grawitacyjnych własności pola, przez które światło przechodzi”<sup>15</sup>.

Już w tym zwięzłym wprowadzeniu do teorii Einsteina można zauważyć dwie cechy charakterystyczne dla Whiteheadowskiego stylu myślenia. Pierwsza z tych cech sprowadza się do tego, że referując teorie Einsteina, Whitehead stosuje swój własny sposób wyrażania się (obcy językowi Einsteina), który — obok funkcji popularyzatorskich — spełnia także inną rolę: nie jest neutralny względem omawianych treści, lecz nadaje im typowe Whitehe-

---

<sup>10</sup>ET, s. 303.

<sup>11</sup>ET, s. 304.

<sup>12</sup>ET, s. 304.

<sup>13</sup>TE, s. 304.

<sup>14</sup>ET, s. 305.

<sup>15</sup>ET, s. 306.

adowskie zabarwienie. Przykładem tego jest cytowane wyżej powiedzenie, że „nauka powinna zajmować się relacjami między postrzeganymi rzeczami”. Zwróćmy uwagę na pozornie niewielkie przesunięcie akcentu: Einstein nigdy nie mówił o „postrzeganych rzeczach”, lecz o „rzeczach mierzalnych”. To niewielkie przesunięcie akcentu jest przepaścią dzielącą dwa różne style myślenia. Jeszcze wyraźniej widać tę cechę w stwierdzeniu Whiteheada, że „cała struktura naszego pojęcia natury jest związana z naszą percepcją energii promienistej”. Einstein niespecjalnie troszczył się o strukturę naszego pojęcia natury, chodziło mu bardziej o matematyczne modelowanie pozostające pod kontrolą procedur pomiarowych. W związku z tym Einstein nie mówił o percepcji energii promienistej, lecz po prostu o emisji i detekcji sygnałów świetlnych (fal elektromagnetycznych). Nie jest wykluczone, że Whitehead, mówiąc o percepcji energii promienistej, nie miał jednak na myśli subiektywnych aktów percepcji, lecz coś bardziej obiektywnego, co wchodzi do samej istoty zdarzenia. W takiej sytuacji mielibyśmy tu zapowiedź późniejszej kategorii z filozofii procesu, a mianowicie ujęcia własnej przeszłości przez aktualne zaistnienia<sup>16</sup> (zauważmy, że akt detekcji sygnałów świetlnych według Einsteina sprowadza się do zarejestrowania sygnałów za stożka świetlnego przeszłości danego zdarzenia).

Drugą cechą charakterystyczną dla Whiteheadowskiego stylu jest to, że trudno mu wyzłolić się ze swoich własnych kategorii myślowych i językowych, co prowadzi do logicznych nieporozumień w interpretacji niektórych elementów teorii względności. Na przykład mówiąc o absolutności ruchu rotacyjnego, Whitehead zdaje się zapominać o tym, że w ogólnej teorii względności wszystkie układy odniesienia (nie tylko inercjalne), a więc także rotujące, są lokalnie równouprawnione, i że jest to kluczowa zasada decydująca o fizycznej strukturze nowej teorii grawitacji.

Wiąże się to z drugą trudnością wysuwaną przez Whiteheada pod adresem teorii Einsteina. Ogólna teoria względności nie odstępowała od zasady niezmienniczości prędkości światła — o co posadzał go Whitehead — lecz zasadę tę uogólnia. Widać to natychmiast w geometrycznym ujęciu teorii Einsteina. W szczególnej teorii względności fotony poruszają się wzdłuż linii prostych w płaskiej przestrzeni Minkowskiego (co odpowiada stałości prędkości światła). W ogólnej teorii względności zasada lokalnego równo-

---

<sup>16</sup>M. Pieńkowski pisze: „Każde zaistnienie ma też własną historię: staje się i przemija, dziedziczy po innych zaistnieniach i przekazuje im własne dziedzictwo poprzez wzajemne ujęcia. „Słownik terminów filozoficznych”, dodatek do książki: A. N. Whitehead, *Nauka i świat nowożytny*, Kraków: Znak, 1987, s. 281.

uprawnienia wszystkich układów odniesienia pociąga za sobą zakrzywienie czasoprzestrzeni, co Einstein interpretuje jako pojawienie się pola grawitacyjnego. Uogólnieniem linii prostych w zakrzywionej czasoprzestrzeni są tak zwane krzywe geodezyjne czyli geodetyki. W ogólnej teorii względności fotony poruszają się wzdłuż geodetyk, co odpowiada zakrzywieniu promieni świetlnych w silnych polach grawitacyjnych. To właśnie ma na myśli Whitehead, gdy pisze, że w swoich późniejszych pracach Einstein odstąpił od stałości prędkości światła, która ulega zmianie na skutek „grawitacyjnych własności pola, przez które przechodzi”.

### 3. Czas — przestrzeń — czasoprzestrzeń

Teoria względności jest bogatą teorią fizyczną, ale w omawianym artykule Whitehead interesuje się głównie zagadnieniami czasu i przestrzeni związanymi z tą teorią. Za wielkie osiągnięcie uważa on wprowadzenie pojęcia czasoprzestrzeni przez Minkowskiego. Warto pamiętać, że terminologia dotycząca tej teorii fizycznej nie była jeszcze w pełni ukształtowana i Whitehead nie używa terminu czasoprzestrzeń, lecz — za Minkowskim — „czterowymiarowy świat”.

Zagadnieniem, które szczególnie interesuje Whiteheada, jest problem, w jaki sposób rozłożyć czasoprzestrzeń oddzielnie na czas i przestrzeń. Wydaje się, że u podstaw tego zainteresowania tkwi milcząca założenie Whiteheada o świecie, jako ciągu stanów rozwijających się po sobie w czasie (świat jako proces).

W związku z niejednoznacznością rozkładu czasoprzestrzeni na czas i przestrzeń Whitehead mówi o paradoksach dotyczących „podstawowej i zaskakującej tajemnicy natury — jej postępie z przeszłości w przyszłość za pośrednictwem terażniejszości”<sup>17</sup>. Dziś problem rozkładu czasoprzestrzeni na czas i przestrzeń jest zadaniem podręcznikowym. W latach 20-tych naszego wieku zagadnienie to ciągle sprawiało trudność fizykom, nic więc dziwnego, że Whitehead poświęca mu aż tyle uwagi. Przed przystąpieniem do analizy przestrzega on swoich czytelników przed „niebezpieczeństwem nieporozumień, jakie kryją się w tego rodzaju podsumowaniach nowych idei”<sup>18</sup>. Dlatego też będzie bezpieczniej — stwierdza Whitehead — jeśli przedstawimy „własny sposób widzenia tej teorii”<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup>ET, s. 311.

<sup>18</sup>ET, s. 306.

<sup>19</sup>TE, s. 306.

Według dzisiejszej terminologii czasoprzestrzeń jest zbiorem zdarzeń lub punkto-chwil. Whitehead nie byłby sobą, gdyby nie wprowadził własnej terminologii. Na określenie zdarzeń używa on zamiennie trzech określeń: „ostateczne elementy” (*ultimate elements*), „infinitesimalne wydarzenia” (*infinitesimal occurrences*), „zdarzenia-cząstki” (*event-particles*). Jak już wiemy, tego rodzaju oryginalna terminologia nie pojawia się przypadkiem w pracach Whiteheada. Tym razem nawiązuje ona w sposób oczywisty do własnych poglądów Whiteheada. W jego koncepcji filozofii przyrody zdarzenia nie są punktowe, lecz mają rozciągłość i „zachodzą na siebie”. Natomiast zdarzenia-cząstki (zdarzenia elementarne — w przekładzie Metallmana)<sup>20</sup> mają rozmiary punktowe, ale są wynikiem abstrakcji z rzeczywistości, rozciągłych zdarzeń<sup>21</sup>. Nic więc dziwnego, że Whitehead utożsamił swoje zdarzenia-cząstki ze zdarzeniami teorii względności.

„Czym jest czas i przestrzeń?” — pyta dalej Whitehead — i zaraz daje odpowiedź: „Są to nazwy na określenie sposobów przeprowadzania pewnych pomiarów”<sup>22</sup>. W odpowiedzi tej wyraźnie zaznacza się sposób myślenia logika. Dla Einsteina czas i przestrzeń nie są nazwami lecz mierzalnymi wielkościami.

Czasoprzestrzeń jest czterowymiarowa, ponieważ celem wyznaczenia jednego zdarzenia należy wykonać cztery niezależne pomiary. Tu właśnie powstaje problem, w jaki sposób spośród tych czterech pomiarów wyróżnić te pomiary, które odnoszą się do przestrzeni, i te, które odnoszą się do czasu. Po dość długiej — dziś oczywistej — analizie Whitehead dochodzi do wniosku, że mówiąc o przestrzeni musimy odróżnić trzy różne rzeczy: 1. jedną czterowymiarową rozmaitość „infinitesimalnych wydarzeń”, 2. przestrzeń względem wybranego układu odniesienia (Whitehead nie mówi o układzie odniesienia lecz o „systemie pomiarowym”), 3. cięcia stałego czasu (Whitehead nazywa je „przestrzeniami bezzczasowymi”), które — jak wiadomo — nie są jednoznaczne, co dowodzi on w długim rozumowaniu.

Podobnie, mówiąc o czasie, należy rozróżnić trzy rzeczy: 1. klasę zdarzeń-cząstek, które poprzedzają zdarzenie-cząstę  $E$  we wszystkich czasoprzestrzennych układach odniesienia, 2. klasę zdarzeń-cząstek, które są równoczesne z  $E$  w pewnym czasoprzestrzennym układzie odniesienia,

<sup>20</sup>J. Metallman, *Filozofia przyrody i teoria poznania A. N. Whiteheada*, „Kwartalnik Filozoficzny” 2: 1924, s. 456–459.

<sup>21</sup>A. N. Whitehead, *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge* [dalej PNK], Cambridge: University Press, (1. wyd. 1919) 1925, s. 104–109; 121–123.

<sup>22</sup>ET, s. 306.



3. klasę zdarzeń-cząstek, które następują po  $E$  we wszystkich czasoprzestrzennych układach odniesienia. Klasę 1. Whitehead nazywa przeszłością, klasę 3. przyszłością, klasę 2. współczesnością zdarzenia-cząstki  $E$ . Fakt, że współczesność zdarzenia-cząstki  $E$  zależy od wyboru układu odniesienia, budzi zdziwienie Whiteheada.

Odwołując się do swojego dzieła *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*<sup>23</sup>, Whitehead wyróżnił jeszcze klasę zdarzeń-cząstek, którą nazwał trwaniem (*duration*), a mianowicie klasę, „która obejmuje całą naturę w bezpośredniej teraźniejszości”<sup>24</sup> obserwatora. Nie wdając się w szczegóły techniczne, „trwanie” należy rozumieć jako obszar czasoprzestrzeni, zawierający obserwatora, umieszczony pomiędzy dwoma cięciami stałego czasu.

Te nieco zawile rozważania Whiteheada mają dwa źródła. Po pierwsze: wynikają one z ówczesnego braku oswojenia się (nie tylko Whiteheada, lecz także innych fizyków) z faktem, że podstawowym niezmiennikiem teorii względności jest czasoprzestrzeń, a nie czas i przestrzeń wzięte oddzielnie. Po drugie, wynikają one z faktu, że Whitehead podświadomie narzuca teorii względności swoje kategorie myślowe. Na przykład wyróżnienie „trwania” z punktu widzenia teorii względności jest sztuczne i niecelowe, ale ma ono uzasadnienie w poglądach Whiteheada. Oto jak poglądy te charakteryzuje Metallman: „w pojęciu trwania wyrażona jest ta okoliczność, że mamy tu do czynienia nie z nierozciągliwą chwilą czasu, lecz z pewną rozciągłością czasową. Ale trwanie wyraża znacznie więcej ponadto. Oznacza ono w pewnym sensie wszystko, co istnieje, a mianowicie całość przyrody nieograniczoną przestrzennie, ale ograniczoną czasowo, całość, którą chwytały w bezpośredniej percepcji. Stąd Whitehead mówi, że jest ono czasową ‘płytą’ (slab) przyrody”<sup>25</sup>.

W przeciwieństwie do wielu ówczesnych popularyzatorów teorii względności Whitehead, jako matematyk, natychmiast docenił znaczenie geometrii czasoprzestrzeni. Nie należy się jednak dziwić, że w jej analizie popełnił szereg nieścisłości. Właściwy aparat matematyczny potrzebny do przeprowadzenia takiej analizy zostanie wypracowany dopiero pół wieku potem. Będzie on obejmował tzw. kanoniczny formalizm ogólnej teorii względności

---

<sup>23</sup>PNK, s. 110nn.

<sup>24</sup>ET, s. 311.

<sup>25</sup>J. Metallman, *Filozofia przyrody i teoria poznania A. N. Whiteheada*, s. 442.

ści<sup>26</sup> oraz analizę globalną czasoprzestrzeni, w której szczególną rolę odgrywać będzie tzw. struktura przyczynowa i struktura chronologiczna czasoprzestrzeni<sup>27</sup>. Używając tych struktur, można odpowiedzieć na następujące pytania: jakie warunki musi spełniać czasoprzestrzeń, aby dało się w niej wyróżnić jeden czas globalny, odpowiednio zdefiniowane cięcia stałego czasu itp.? Ogólna idea jest następująca: analizie poddajemy obiekty, które nie zależą od układu odniesienia, a mianowicie historie cząstek i fotonów. Szczególną rolę odgrywa tu geometria stożków świetlnych, które są obiektami niezmienniczymi. Przy pomocy tej aparatury pojęciowej można badać rozmaite własności czasoprzestrzeni, w tym także te, które interesowały Whiteheada. Whitehead — matematyk uznałby zapewne skuteczność tych metod, ale jako filozof nie byłby nimi zachwycony. Metody te bowiem zakładają (a przynajmniej mocno sugerują), że „bytem pierwotnym” jest czasoprzestrzeń, a nie „działający się z przeszłości w przyszłość świat-proces”.

Nie wolno także zapominać, że w teorii względności obserwator to — zależnie od kontekstu — bądź po prostu układ odniesienia, bądź krzywa czasopodobna (traktowana jako historia obserwatora). Natomiast dla Whiteheada (nawet, gdy pisze on o teorii względności) obserwator to ktoś, kto percypuje świat. Widać to wyraźnie w Whiteheadowskiej definicji „trwania”. Jest to pozornie nieznacząca różnica pojmowania, ale wprowadza ona drastycznie odmienne perspektywy interpretacyjne.

#### 4. Whiteheadowska interpretacja teorii względności

Pamiętamy, że Whitehead akceptuje matematyczną i fizyczną stronę teorii względności, ale posądza Einsteina o złą ich interpretację. Jak więc — zdaniem Whiteheada — powinno się ją interpretować? Nie jesteśmy zaskoczeni tym, że Whitehead pod matematyczny formalizm teorii względności „podkłada” własne rozumienie stosowanych przez nią pojęć. Dotyczy to przede wszystkim zdarzeń jako elementarnych składników czasoprzestrzeni. „Fizyczne własności natury — pisze Whitehead — rodzą się z faktu, że zdarzenia nie są po prostu bezbarwnymi rzeczami, które dzieją się i przemijają”<sup>28</sup>. Whitehead uważa, że każde zdarzenie ma „swój własny charak-

<sup>26</sup>Por. np. R. M. Wald, *General Relativity*, Chicago–London: The Chicago University Press, 1984, s. 450–469.

<sup>27</sup>Por. S. W. Hawking, G. F. R. Ellis, *The Large Scale Structure of Space–Time*, Cambridge: University Press, 1973.

<sup>28</sup>ET, s. 311.

ter”<sup>29</sup>. Ten charakter można analizować, biorąc pod uwagę dwa stwierdzenia: 1 — „istnieją obiekty umiejscowione w tym zdarzeniu”, 2 — „istnieje pole aktywności danego zdarzenia, które reguluje przenoszenie obiektów umiejscawianych w nim (w zdarzeniu) do sytuacji w następujących zdarzeniach”<sup>30</sup>. Whitehead podkreśla, że ważną rzeczą jest uchwycenie różnicy pomiędzy obiektem a zdarzeniem: „obiekt jest pewnego rodzaju bytem, który możemy rozpoznać i potem spotkać ponownie, zdarzenie przemija i już nie wraca”<sup>31</sup>. Obiekty mogą być rozmaitych rodzajów, ale jako przykład typowego obiektu Whitehead rozważa elektrony. Zdaniem Whiteheada, „obiekty mieszczą się w zdarzeniach” natomiast, przestrzeń i czas mają swoje pochodzenie w relacjach między zdarzeniami. W ogólnie przyjętym obecnie rozumieniu teorii względności najbliższe interpretacji Whiteheada jest rozróżnienie na zdarzenia, jako punkty w czasoprzestrzeni, i czasopodobne krzywe jako historie cząstek (np. elektronów). Szczegółowe rozumienie zdarzenia, obiektów i zachodzących między nimi relacji Whitehead opracował w *An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge*<sup>32</sup>.

Kolejnym tematem, który przyciąga uwagę Whiteheada, jest problem pomiaru w teorii względności. Zdaniem Whiteheada, „pomiar jest w zasadzie porównaniem operacji, jakie wykonuje się w takich samych warunkach”<sup>33</sup>. W teorii względności warunki te określają przestrzenne i czasowe relacje pomiędzy zdarzeniami czyli, krótko mówiąc, geometria czasoprzestrzeni. Whitehead pisze: „jeżeli nie istnieje możliwość ustalenia warunków stosowanych w różnych okolicznościach, nie może być żadnego pomiaru”<sup>34</sup>. Należy zatem — zdaniem Whiteheada — ustalić najpierw niemetryczną strukturę przestrzeni, która dopuszczałaby warunki przystawania w różnych, nawet oddalonych od siebie miejscach. Warunki przystawania powinny „zgadzać się z naszym zmysłowym doświadczeniem”. Struktura przestrzeni winna być niemetryczna, ponieważ ma ona dopiero ustalać warunki pomiaru, czyli warunki metryczne. „Z tego powodu — pisze Whitehead — wątpię w możliwość pomiaru w przestrzeni, która jest heterogeniczna ze względu na swoje własności w różnych swoich częściach. Nie widzę, w jaki sposób można by zapewnić ustalone warunki niezbędne dla pomiaru? Innymi słowy, nie widzę, jak zdefiniować warunki przystawania stosowalne we

---

<sup>29</sup>ET, s. 311.

<sup>30</sup>ET, s. 311.

<sup>31</sup>ET, s. 311.

<sup>32</sup>Por. PNK, s. 61–67.

<sup>33</sup>ET, s. 312.

<sup>34</sup>ET, s. 312.

wszystkich okolicznościach? Ta trudność nie dotyczy możliwości fizycznej przestrzeni jakiegokolwiek, jednostajnego (*uniform*) typu, czy byłaby ona euklidesowa, czy nieeuklidesowa. Ale Einsteinowska interpretacja jego własnej procedury postuluje pomiar w heterogenicznej, fizycznej przestrzeni i jestem bardzo sceptycznie nastawiony, co do tego, czy można przypisać jakiegokolwiek realistyczne znaczenie temu pojęciu”<sup>35</sup>. Ten komentarz Whiteheada wydaje się implikować, że należy wykluczyć teoretyczną możliwość wykonywania pomiarów w przestrzeni o niestałej krzywiznie (czyli w przestrzeni o krzywiznie zależnej od miejsca). Natomiast zarzut ten nie trafiłby w przestrzenie o stałej krzywiznie. W ten sposób zapewne należy rozumieć stwierdzenie Whiteheada, że „jednostajne” przestrzenie — euklidesowa i nieeuklidesowa — dopuszczają globalne warunki pomiaru<sup>36</sup>.

Musimy pamiętać, że wiele podstawowych pojęć z geometrii różniczkowej zostało wyostrzonych dopiero później, i to właśnie na użytek teorii względności. Dziś już dobrze wiadomo, że „warunki pomiaru”, o jakich mówi Whitehead, nie wymagają stałości krzywizny, lecz wymagają struktury przeniesienia równoległego. Jest to pojęcie związane z koneksją afiniczną i funkcjonuje ono poprawnie w przestrzeniach (lub czasoprzestrzeniach) ogólnej teorii względności. Dzięki koneksji afinicznej możemy porównywać ze sobą odległe od siebie struktury przez ich równoległe przeniesienie do jednego otoczenia. Jeśli koneksja jest metryczna, to przy przeniesieniu równoległym zachowuje ona długość<sup>37</sup>.

Whitehead wspomina, że niektórzy uczeni starają się przywrócić „jednostajny charakter” przestrzeni Einsteina przez postulowanie piątego jej wymiaru. Jest to oczywiście aluzja do znanej teorii Kaluzy<sup>38</sup>, później uzupełnionej przez Kleina<sup>39</sup>, której celem była unifikacja Einsteinowskiej teorii grawitacji z elektromagnetyzmem. Pięciowymiarowa przestrzeń Kaluzy–Kleina, w której zanurzona jest zwykła, czterowymiarowa czasoprzestrzeń, jest przestrzenią płaską. Teoretycznie więc usuwałaby ona trudność White-

<sup>35</sup>ET, s. 312.

<sup>36</sup>Interpretację taką powierza tekst Whiteheada z PNK, s. 141–146.

<sup>37</sup>Jednym z pierwszych, którzy docenili znaczenie struktury afinicznej czasoprzestrzeni był Erwin Schrödinger. Jego niewielką książeczkę *Space-Time Structure* (Cambridge University Press 1950) uważa się za pionierską pracę, która otworzyła nowy nurt badań nad teorią względności, polegający na stosowaniu globalnych technik geometrii różniczkowej do analizy fizycznej czasoprzestrzeni.

<sup>38</sup>J. Kaluza, *Zum Unitätsproblem der Physik*, „Sitz. Preuss. Wiss.” 37: 1921, s. 966.

<sup>39</sup>O. Klein, *Quantentheorie und fünfdimensionaler Relativitätstheorie*, „Zeitsch. Phys.” 37: 1926, s. 895.

heada. Jednak Whitehead pisze: „nie widzę, w jaki sposób przestrzeń, która nigdy nie weszła w kontakt z doświadczeniem, mogłaby przewyciężyć tę trudność?”<sup>40</sup> Jeszcze raz wyraźnie widać, że Whitehead — w przeciwieństwie do Einsteina — nie wyobraża sobie fizycznej teorii czasu i przestrzeni bez doświadczającego obserwatora.

Należy sądzić, że to właśnie chęć zapewnienia płaskości fizycznej przestrzeni była dla Whiteheada jednym z motywów stworzenia własnej teorii grawitacji. Jej bardzo wybiórczemu przedstawieniu poświęca on ostatnie akapity swojego artykułu. W tym kontekście interesują Whiteheada tylko dwa aspekty jego teorii: różnica przewidywań grawitacyjnego przesunięcia ku czerwieni pomiędzy jego teorią a teorią Einsteina oraz różnica interpretacji tensora krzywizny. Oba te aspekty są ważne dla problematyki poruszanej w omawianym artykule. Pierwszy aspekt — ponieważ dotyczy tego, co można obserwować (percypować); drugi aspekt — ponieważ jest związany z problemem płaskości przestrzeni. W teorii względności składowe tensora metrycznego interpretuje się równocześnie jako określające geometryczną strukturę czasoprzestrzeni i jako potencjał pola grawitacyjnego ogólnej teorii względności. Właśnie dzięki tej interpretacji można mówić, że „grawitacja zakrzywia czasoprzestrzeń”. Whitehead natomiast składowe tensora metrycznego w swojej teorii interpretuje jako opisujące fizyczne własności pola w płaskiej, euklidesowej przestrzeni<sup>41</sup>. Ta interpretacja ma również swoje źródło w filozoficznych poglądach Whiteheada. Jego zdaniem — jak pisze Metellman — „przestrzeń nie ma ściślejszego związku z materią, jak we współczesnej teorii względności, gdzie charakter przestrzeni zależy od rozmieszczenia materii; natomiast zarówno czas, jak i przestrzeń są stosunkami, których człony stanowią nie elementy materii, ale zdarzenia”<sup>42</sup>. Jeżeli materia nie wpływa na strukturę czasoprzestrzeni, to nie ma powodu, by odstępować od jej płaskości. Dokładniejsze omówienie swojej teorii Whitehead odkłada do bardziej technicznego opracowania.

## 5. Dwie metody

Powróćmy do naszego głównego pytania: dlaczego logicznie bardziej subtelna metoda Whiteheada nie okazała się skuteczna w zastosowaniu do fizyki, podczas gdy operacyjna, ale z logicznego punktu widzenia znacznie mniej wyrafinowana metoda Einsteina okazała się niezwykle skuteczną

---

<sup>40</sup>ET, s. 312.

<sup>41</sup>Por. R. J. Russell, *Whitehead, Einstein and the Newtonian Legacy*, s. 177–184.

<sup>42</sup>J. Metellman, *Filozofia przyrody i teoria poznania A. N. Whiteheada*, s. 155.

w tej dziedzinie? Wydaje się, że znalezienie odpowiedzi na to pytanie jest nie tylko interesujące z metodologicznego punktu widzenia, lecz również niesie cenne informacje na temat struktury świata. To, że świat ujawnia swoje tajemnice pewnym strategiom badawczym chętniej niż innym, nie jest bowiem dziełem przypadku, lecz następstwem raczej takich a nie innych jego cech strukturalnych.

Whitehead starał się narzucić światu swoje kategorie myślowe. Nie było jednak z góry gwarancji, że tego rodzaju kategorie są *a priori* konieczne (jak w analogicznej sytuacji utrzymywał Kant) i muszą stosować się do świata i naszego jego poznawania. Whitehead podał — jak sądził — pełną klasyfikację „pojęć świata”, usiłując potem, na podstawie tej klasyfikacji, konstruować fizyczną teorię czasu i przestrzeni. Takie przedsięwzięcie mogło by się udać tylko wtedy, gdyby klasyfikacja rzeczywiście była zupełna, tzn. gdyby nie pomijała żadnej możliwości. Wówczas któraś z możliwości musiałaby być prawdziwa (musiałaby się stosować do świata) i eliminacja innych możliwości mogłaby doprowadzić do jej wyróżnienia. Ponieważ jednak każda klasyfikacja opiera się na pewnych założeniach (często milczących), nigdy nie może być gwarancji, że jest ona zupełna. To właśnie ma miejsce w przypadku klasyfikacji Whiteheada. Na przykład Whitehead w swojej klasyfikacji pominął (i to całkiem świadomie) możliwość nieeuklidesowej przestrzeni. A właśnie ta możliwość okazała się tak bardzo płodna w teorii względności.

Strategia Einsteina jest znacznie bardziej „pokorna” wobec tajemnicy świata. Einstein nie stara się światu narzucać swoich kategorii myślowych, lecz proponuje operacje pomiarowe, które zadają pytania bezpośrednio światu, nie czyniąc z góry żadnych filozoficznych założeń poza jednym — że wynik pomiaru mówi coś o świecie. Oczywiście zbiór wyników pomiarowych nie jest jeszcze fizyczną teorią, chociaż operacyjne definicje pomiarowe są elementami teorii. Teoria powstaje dopiero wówczas, gdy zostanie zidentyfikowana struktura matematyczna, w której wyniki pomiarów znajdą swoje logiczne miejsce. Jeśli to nastąpi i jeśli teoria odniesie sukces empiryczny, mamy prawo uważać, że w ten sposób zidentyfikowana struktura matematyczna aproksymuje strukturę świata.

Historia fizyki uczy, że w ten sposób odkrywana struktura świata bardzo często odbiega od naszych zdroworozsądkowych kategorii poznawczych. Miało to miejsce zarówno w przypadku teorii względności, jak i — w jeszcze większym stopniu — w przypadku mechaniki kwantowej. Należy jednak pamiętać, że — jak znowu uczy historia nauki — kryterium wyboru teorii

naukowych nie jest zgodność ze zdrowym rozsądkiem, lecz sukcesy empiryczne danej teorii.

Fiasko metody Whiteheada i sukces metody Einsteina wydają się świadczyć o tym, że świat ma bogatą strukturę matematyczną, do której można się poznawczo przybliżać, stosując matematyczno-empiryczną metodę badania, a nie metodę krytycznej analizy różnych logicznych możliwości lub różnych naszych kategorii poznawczych. Whitehead nie uważał się za zwolennika filozofii Kanta, ale gdy idzie o problematykę niniejszego artykułu, jego metoda jest podobna do metody królewieckiego filozofa. Właściwie jedyna różnica sprowadza się do tego, że Kant analizował — rzekomo *a priori* konieczne — kategorie poznawcze, podczas gdy Whitehead — wszystkie logiczne możliwości. Ale i ta różnica zaciera się, jeśli pamiętać, że pytając o to, co logicznie możliwe, sięgamy nie do świata, lecz do „naszych zasobów poznawczych”. Nawet gdyby udało się nasze kategorie poznawcze całkowicie sformalizować i dalszą robotę powierzyć komputerom, to odkryta w ten sposób struktura byłaby strukturą naszego poznania a nie strukturą świata.