

Jarosław Maciej Janowski

**ZAGADNIENIE
ISTNIENIA I NATURY CZASU
W WYBRANYCH MODELACH
KOSMOLOGICZNYCH**



Jarosław Maciej Janowski

**ZAGADNIENIE
ISTNIENIA I NATURY CZASU
W WYBRANYCH MODELACH
KOSMOLOGICZNYCH**

Jarosław Maciej Janowski

**ZAGADNIENIE
ISTNIENIA I NATURY CZASU
W WYBRANYCH MODELACH
KOSMOLOGICZNYCH**



Zagadnienia istnienia i natury czasu w wybranych modelach kosmologicznych
Jarosław Maciej Janowski

Recenzenci:

dr hab. Sławomir Leciejewski

ks. dr hab. Tadeusz Pabjan

Redakcja językowa:

Małgorzata Najderska

Projekt okładki:

Dominika Karaś

Grafika na okładce pobrana ze strony <https://pexels.com> | Autor: Skitterphoto

Grafika udostępniona na Licencji Creative Commons CC0 Public Domain

Treść licencji jest dostępna na stronie: <http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.pl>

Skład i łamanie:

Justyna Harasimczuk

Publikacja jest udostępniona na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0 Polska.

Treść licencji jest dostępna na stronie: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/pl/>

Wydawnictwo Stowarzyszenia Filomatów | Redakcja Liberi Libri

www.LiberiLibri.pl © 2016 © Warszawa

Wersja drukowana: ISBN 978-83-63487-20-1

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
ROZDZIAŁ 1: PROBLEM CZASU W FILOZOFII	13
1.1 Katalog pytań o czas	16
1.2 Realistyczne koncepcje czasu	36
1.3 Koncepcje czasu z pogranicza realizmu i arealizmu	45
1.4 Arealistyczne koncepcje czasu.	54
ROZDZIAŁ 2: ZAGADNIENIE CZASU W NAUKACH PRZYRODNICZYCH	67
2.1 Czas w najważniejszych koncepcjach fizyki XX wieku	70
2.2 Standardowy model kosmologiczny	97
2.3 Program budowy kwantowej teorii grawitacji	105
ROZDZIAŁ 3: ACZASOWOŚĆ WSZECHŚWIATA W WYBRANYCH MODELACH KOSMOLOGICZNYCH	117
3.1 Wszechświat bez brzegów Hawkinga–Hartle’a	121
3.2 Wszechświat nieprzemienny Hellera–Sasina	134
3.3 Wszechświat Platonii – propozycja J. Barboura	157
ROZDZIAŁ 4: IMPLIKACJE ONTOLOGICZNE ACZASOWYCH MODELI WSZECHŚWIATA.	177
4.1 Elementy fundujące czas w przedstawionych modelach	180
4.2 Realność czasu – wniosek czy założenie?	196
4.3 Znaczenie ontologii teorii fizykalnych dla metafizyki czasu	212
ZAKOŃCZENIE	225
ABSTRACT	229
BIBLIOGRAFIA	234

WSTĘP

W powszechnym odczuciu czas może być postrzegany wielorako. Jedni mogą go rozumieć jako ciąg następujących po sobie chwil, inni zaś jako miarę trwałości otaczających nas przedmiotów. Dla innych jeszcze czas jawi się jako coś abstrakcyjnego, na podobieństwo pojęć takich jak dobroć, miłość, świadomość. Czy czas istnieje? Czy jest materialnym bytem? Przez ponad dwa i pół tysiąca lat przedstawiciele różnych szkół, nurtów czy też dziedzin filozofii starali się odpowiedzieć na pytanie, czym właściwie jest czas. Co więcej, już w epoce starożytnej, w poglądach niektórych myślicieli, poddawano w wątplenie możliwość istnienia czasu jako takiego, a problematyka związana ze statusem ontycznym czasu weszła na stałe do dyskursu filozoficznego. Do dziś nie udało się wypracować ostatecznych i powszechnie akceptowanych rozwiązań w tym zakresie. Obecnie nadal nie wiadomo, czym czas jest, i w ogóle, czy jest. Dlatego też warto na nowo zająć się tym problemem. Pomocą może być analiza modeli kosmologicznych, próbujących uchwycić, co dzieje się z Wszechświatem poniżej progu Plancka. Dlatego też tematem niniejszej pracy, będącej rozszerzoną wersją rozprawy doktorskiej, obronionej na Wydziale Filozofii Chrześcijańskiej Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie, jest *Zagadnienie istnienia i natury czasu w wybranych modelach kosmologicznych*.

Pierwszy z czterech rozdziałów, z których składa się niniejsza publikacja, będzie poświęcony problemowi czasu w filozofii. Zakresowo obejmować będzie dwie, podstawowe dla tego zagadnienia, sprawy. Po pierwsze, postaram się wyróżnić swoisty katalog pytań o czas, dzięki któremu można próbować ująć fenomen czasu w kategoriach dyskursu filozoficznego. Odwołuję się przy tym do klasycznego rozróżnienia na aspekty: ontologiczny, epistemologiczny i psychologiczny. Jednocześnie klasyczne analizy staram się uzupełnić o pewne wątki, które są przedmiotem analiz prowadzonych w filozofii czasu współcześnie (np. kontrowersje pomiędzy eternalizmem a prezentyzmem, czy też spór między endurantyzmem a perdurantyzmem). Po drugie, przedstawiam propozycję typologii ujmowania czasu ze względu na jego status ontyczny. W proponowanej przeze mnie typologii, w odróżnieniu od

znanego rozróżnienia na realizm i antyrealizm, wyróżniam trzy (a nie dwa) główne stanowiska ontologiczne dotyczące czasu: 1) realizm, 2) arealizm oraz 3) pogranicze leżące pomiędzy umiarkowanymi wersjami realizmu i arealizmu. Zaznaczenie istnienia owego pogranicza ma na celu ukazanie subtelności rozróżnień związanych z ontycznym statusem czasu oraz wskazanie, jak trudne, a zarazem fascynujące, zmagania z czasem były udziałem filozofów na przestrzeni wieków. Jednocześnie uważam, że zwracanie uwagi właśnie na istnienie pogranicza stanowi pewien charakterystyczny rys filozofii przyrody.

Drugi rozdział będzie poświęcony zagadnieniu czasu w naukach przyrodniczych. Będę chciał pokazać, że swoiste „kłopoty z czasem” mają nie tylko filozofowie, lecz również przedstawiciele nauk przyrodniczych. Ze względu na podjęty temat pracy skupiam się na naukach fizykalnych. Przedstawiam sposób, w jaki czas jest ujmowany w ramach trzech wielkich teorii fizycznych XX wieku, szczególnej i ogólnej teorii względności oraz w mechanice kwantowej. Generalnie czas może być ujmowany bądź jako parametr zewnętrzny, bądź jako tzw. czas wewnętrzny, bądź też jako tzw. parametr dynamiczny badanego układu fizycznego. Każda z teorii wpłynęła na przedstawione sposoby ujmowania czasu i tym samym również na sam obraz czasu jako takiego. W dalszej części drugiego rozdziału zaprezentuję tzw. standardowy model kosmologiczny, w którego ramach odtwarza się strukturę oraz ewolucję Wszechświata, wykorzystując do tego teoretyczną bazę ogólnej teorii względności i osiągnięcia z zakresu astronomii oraz astrofizyki. Jednocześnie od wielu lat badacze zwracają uwagę na to, że model standardowy napotyka na pewne trudności, czy też wręcz załamuje się, przy próbach opisu początkowego etapu ewolucji Wszechświata, czyli tzw. ery Plancka. Poniżej progu Plancka Wszechświat jako całość jest osobliwy. A zatem, by móc poprawnie opisać strukturę Wszechświata na tym etapie jego ewolucji, niezbędna jest teoria, umożliwiająca poprawny opis tzw. osobliwości czasoprzestrzennych. Niestety, ogólna teoria względności, będąca teoretyczną podstawą standardowego modelu kosmologicznego, nie jest w stanie sprostać temu zadaniu. Udowodnienie tzw. twierdzeń o osobliwościach ugruntowało przekonanie, że w zakresie opisu początków Wszechświata ogólna teoria względności jest niewystarczająca, a standardowy model kosmologiczny – niekompletny. W obliczu takiego stanu rzeczy, wielu fizyków teoretycznych rozpoczęło poszukiwania nowej teorii, umożliwiającej poprawny opis osobliwości czasoprzestrzennych. Równolegle trwały prace nad nowym modelem kosmologicznym, który byłby opisem

struktury i ewolucji Wszechświata od samego początku jego istnienia, czyli od Wielkiego Wybuchu. Poszukiwaną nową teorię określa się jako tzw. kwantową teorię grawitacji, która m.in. ma połączyć nieprzystające do siebie formalizmy ogólnej teorii względności i mechaniki kwantowej. Z kolei nowy model Wszechświata, oparty na kwantowej teorii grawitacji, ma być częścią tzw. kosmologii kwantowej. Prezentacja programu budowania kwantowej teorii grawitacji będzie stanowić zwieńczenie drugiego rozdziału. W jej ramach postaram się uporządkować pojęcia związane z kwantową teorią grawitacji. Chodzi o pojęcia „kwantowa teoria grawitacji”, „teoria wszystkiego”, „teoria ostateczna” oraz wspomniana już „kosmologia kwantowa”. Przedstawię również jedną z możliwych typologii związanych z tym, jak kwantowa teoria grawitacji może odnosić się do pojęcia czasoprzestrzeni. Okazuje się bowiem, że w budowaniu kwantowej teorii grawitacji istotny jest sposób ujmowania w niej takich pojęć jak czas oraz czasoprzestrzeń. Większość badaczy, poszukujących kwantowej teorii grawitacji, jest zgodna co do tego, że w teorii tej strukturę czasoprzestrzenną, będącą w standardowym modelu kosmologicznym podstawą opisu Wszechświata, powinno się zastąpić inną strukturą, która m.in. umożliwi opis osobliwości początkowej. Różnice pomiędzy poszczególnymi propozycjami w tym zakresie dotyczą tego, czy czasoprzestrzeń oraz czas w ogóle mają pojawiać się w opisie struktury Wszechświata, np. na wyższych poziomach jego organizacji lub też w późniejszych etapach jego ewolucji, czy też może powinny one zniknąć zupełnie z opisu Wszechświata.

Poszukiwania kwantowej teorii grawitacji wciąż trwają, niemniej ewentualne konsekwencje usunięcia z opisu struktury Wszechświata pojęcia czasu, wydają się być niezwykle interesujące i wymagają głębszego zbadania. Dlatego też przedmiotem trzeciego rozdziału, zatytułowanego *Aczasowość Wszechświata w wybranych modelach kosmologicznych*, będą trzy propozycje, których celem jest opisanie struktury Wszechświata na najbardziej fundamentalnym poziomie i które postulują aczasowość Wszechświata na tym poziomie jego organizacji. Jednocześnie są to propozycje mające pełnić rolę nowego modelu Wszechświata, bardziej adekwatnego niż standardowy model kosmologiczny. Są to modele: Wszechświata bez brzegów Hawkinga–Hartle’a, Wszechświata nieprzemiennego Hellera–Sasina oraz Wszechświata Platonii autorstwa Juliana Barboura. W omawianym rozdziale dokonam rekonstrukcji wyżej wymienionych modeli, tak by było to użyteczne dla analiz filozoficznych prowadzonych w dalszej części pracy. Ową rekonstrukcję rozpocznie prezentacja oraz analiza poczynionych przez

autorów poszczególnych modeli założeń. Następnie pokażę, w jaki sposób każdy z modeli jest budowany. Na koniec zaś przedstawię obraz struktury Wszechświata, jaka ujawnia się w danym modelu oraz wskażę na pewne elementy zawarte w modelu, na których można „ufundować” czas.

Ostatni rozdział będzie poświęcony implikacjom ontologicznym aczasowych modeli Wszechświata. Po pierwsze, dokonam rekonstrukcji tzw. elementów fundujących czas. Chodzi o wskazane w rozdziale trzecim takie elementy modeli postulujących aczasowość Wszechświata na poziomie Plancka, które umożliwiają odtworzenie czasu np. na wyższych poziomach organizacji struktury Wszechświata. Po drugie, dokonam analizy tych elementów – spróbuję określić ich status ontyczny, a także ich relację względem czasu jako takiego. Po trzecie, postaram się zrekonstruować tzw. „ontologie towarzyszące” poszczególnym modelom Wszechświata. Następnie dokonam analizy relacji między elementami fundującymi czas a zrekonstruowanymi ontologiami towarzyszącymi omawianym modelom. Jednocześnie spróbuję udzielić odpowiedzi na pytanie, czy pomimo jawnej aczasowości w modelach Hawkinga–Hartle’a, Hellera–Sasina oraz Barboura można próbować uzasadniać tezę o realnym istnieniu czasu. Na koniec wreszcie, wnioski z analiz, do jakich dochodzę we wcześniejszych podrozdziałach, spróbuję umieścić w szerszej perspektywie dyskusji związanej z tzw. metafizyką czasu, m.in. spróbuję określić możliwy wpływ ontologii związanych z omawianymi modelami kosmologicznymi, czy też szerzej ontologiami związanymi z pewnymi teoriami fizycznymi, na filozofię czasu. Oprócz tego postaram się również analizowane w pracy modele umieścić w ramach zaproponowanej w pierwszym rozdziale typologii ontologicznych ujęć czasu.

Całość prowadzonych przeze mnie analiz, rekonstrukcji oraz rozważań ma na celu uzasadnienie następującej hipotezy badawczej: w modelach kosmologicznych, które *explicite* postulują aczasowość Wszechświata, można wskazać elementy fundujące czas. Uznanie słuszności tak sformułowanego twierdzenia wydaje się wzmacniać stanowisko, w którego ramach traktuje się czas jako realnie istniejący. Z drugiej strony jednak uznanie aczasowości Wszechświata na poziomie Plancka, czyli na poziomie fundamentalnej jego struktury, może osłabiać samo pojęcie realizmu (wpływ na to, co uznaje się za realnie istniejące, ma wywierać ontologia towarzysząca danej teorii lub modelowi Wszechświata) i to zarówno w stosunku do czasu, jak i do samego Wszechświata. Być może wraz z ugruntowaniem się (co na razie jeszcze nie nastąpiło) nowej teorii opisującej początkowy etap istnienia Wszechświata,

powstanie konieczność dokonania głębokich zmian w dziedzinie ontologii teorii fizykalnych, a może nawet i w samej ontologii naszego Wszechświata.

ROZDZIAŁ 1

PROBLEM CZASU W FILOZOFII

Fenomenem czasu zajmowali się filozofowie i to właściwie od samego początku istnienia tej dziedziny. Jednakże doświadczenie czasu, w którego skład wchodzi trwanie, przemijanie i oczekiwanie, wydaje się być jeszcze starsze – towarzyszy ono ludzkości w zasadzie od jej zarania. Już w XII w. p.n.e. w wierzeniach ludów indoeuropejskich pojawia się bóstwo, które nosiło imię „Zurwan”, oznaczające w języku perskim po prostu „Czas”¹. Rewolucja, która dokonała się w Grecji na przełomie VII i VI w. p.n.e., czyli wyłonienie się filozofii jako zmiany sposobu myślenia i poznawania świata², włączyła również zagadnienie czasu w zakres swoich rozważań. Edmund Morawiec, omawiając początkowy etap rozwoju filozofii, stwierdza, że: „Twórcy pierwszej formy racjonalnego poznania skoncentrowali się przede wszystkim na pytaniu o naturę tego, co istnieje, jako czegoś indywidualnego i jako całości”³. Niemniej od samego początku nie było jednego poglądu na czas. Już w starożytnej Grecji pojawiło się wiele różnych jego koncepcji⁴. W toku dziejów mozaika stanowisk rozrosła się do ogromnych rozmiarów. Dlatego też zarys problematyki czasu na gruncie filozofii, stanowiący treść

1 W mitologii staroirańskiej Zurwan był przodkiem demiurgów. Podobne ujęcia czasu można znaleźć między innymi w mitraizmie, hinduizmie, czy też buddyzmie; por. A. Zajączkowski, *Wstęp*, w: tenże, *Czas w kulturze*, Warszawa: PIW, 1988, s. 7–8.

2 Polegająca na tym, że „na pytania, które nurtowały człowieka od niepamiętnych czasów, a na które odpowiadano w drodze odwoływania się do mitologicznych wierzeń religijnych, zaczęto odpowiadać, odwołując się do danych racjonalnych. [...] Odpowiedzi szukano, w sposób naturalny, w drodze naturalnych czynności poznawczych i w ten sposób tworzone określone teorie tłumaczenia świata i człowieka”, E. Morawiec, *Podstawowe zagadnienia metafizyki klasycznej*, Warszawa: Wydawnictwo ATK, 1998, s. 15.; zob. też: S. Świeżawski, *Dzieje europejskiej filozofii klasycznej*, Warszawa–Wrocław: PWN, 2000, s. 4–5.

3 E. Morawiec, dz. cyt., 15.

4 Por. G. E. R. Lloyd, *Czas w myśli greckiej*, tłum. B. Chwedeńczuk, w: *Czas w kulturze*, red. A. Zajączkowski, Warszawa: PIW, 1988, s. 207–259; G. J. Whitrow, *Czas w dziejach. Poglądy na czas od prehistorii po dzień dzisiejszy*, tłum. B. Orłowski, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2004, s. 66–86.

niniejszego rozdziału, nie rości sobie pretensji do zupełności. Wyróżnione zostaną tylko pytania o czas, jakie pojawiały się i wciąż się pojawiają na gruncie filozofii. Z tych pytań można utworzyć swego rodzaju filozoficzny „katalog pytań o czas”. O tym katalogu będzie mowa w podrozdziale 1.1. W kolejnych podrozdziałach zostaną przedstawione wybrane typy stanowisk dotyczące natury czasu. Myśliciele wszystkich epok starali się zgłębić naturę czasu. Pomocne do tego były informacje płynące z poznawania rzeczywistości. Początkowo czerpano je z intuicyjnego, potocznego poznania świata. Później, gdy pojawiły się nauki przyrodnicze, również dane o rzeczywistości materialnej będące wynikiem badań z zakresu tych nauk stawały się podstawą dla pewnych koncepcji mówiących o czasie i jego własnościach. To wszystko miało pomóc w odpowiedzi na pytania, które nurtowały i wciąż nurtują „miłośników mądrości”⁵.

1.1 KATALOG PYTAŃ O CZAS

Autorem jednego z najsłynniejszych zdań dotyczącego czasu jest św. Augustyn: „Czymże więc jest czas? Jeśli mnie nikt o to nie pyta, wiem. Jeśli pytającemu usiłuję wytłumaczyć, nie wiem”⁶. Wyrażona jest w tych słowach cała nasza bezradność, gdy próbujemy zmierzyć się z zagadnieniem czasu, gdy próbujemy go zrozumieć i przekazać tę wiedzę innym. Do podstawowych zadań filozofii należy stawianie pytań. Mieczysław Albert Krąpiec widzi przyczynę takiego stanu rzeczy w tym, że: „Istniejący bowiem rzeczywisty świat, w którym żyjemy, nie jest przez nas od razu poznawany; przeciwnie, wywołuje on zdumienie poznawcze, budzi niepokój płynący z niepoznania ważnych stron i czynników tego świata”⁷. Dlatego też filozof, podobnie jak małe dziecko, zadaje pytania o całą otaczającą go rzeczywistość⁸. Właśnie stawianie pytań uznawane jest za przejaw używania rozumu⁹. Pytania typu: „co to jest?”, „z czego to jest?”, „dlaczego?”, „po co?”, „skąd się

⁵ Słowo filozofia oznacza właśnie „miłość mądrości”; zob. W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, t. 1, Warszawa: PWN, 2003, s. 14. Można znaleźć również opracowania, w których tłumaczy się słowo *philos* jako przyjaciel, a więc filozof jest „przyjacielem mądrości”; por. S. Swieżawski, dz. cyt., s. 3.

⁶ Św. Augustyn, *Wyznania*, tłum. Z. Kubiak, Kraków: Znak, 1994, s. 266.

⁷ M. A. Krąpiec, *Filozofia – co wyjaśnia?*, Lublin: Lubelska Szkoła Filozofii Chrześcijańskiej, 1998, s. 5.

⁸ Por. tamże, s. 15.

⁹ Zob. tamże, s. 139.

to wzięło?” stanowią punkt wyjścia dla podstawowych pytań filozoficznych. A pytania filozoficzne z kolei prowadzą ku usunięciu początkowego absurdu nierozumienia rzeczywistości samej w sobie. Pomagają zrozumieć otaczający świat w sposób najgłębszy z możliwych, a więc prowadzą do ukazania podstawowej struktury rzeczywistości. Z kolei Michał Heller zwraca uwagę na to, że: „Potrzeba syntetycznego spojrzenia na świat jest jedną z najgłębiej zakorzenionych intelektualnych potrzeb człowieka. W dużej mierze właśnie ta potrzeba stanowi rację bytu filozofowania”¹⁰.

Właśnie tego typu potrzeba rodzi się w przypadku „fenomenu czasu”. Filozof próbuje pojęciowo ująć, rozpoznać i zrozumieć tę część rzeczywistości¹¹, którą określa się jako czas. Punktem wyjścia tego typu rozważań może być, podobnie jak w metafizyce klasycznej, nasze bezpośrednie doświadczenie czasu. Swoiste „poczucie czasu” zostało wbudowane w istoty żyjące, a w szczególności w człowieka¹². Chwila teraźniejsza rozgranicza to, co było, od tego, co będzie. Jednocześnie przyszłość, poprzez teraźniejszość, staje się przeszłością. Uświadomienie sobie owego przemijania oraz tego, że w przeszłości mieszczą się narodziny i młodość, a przyszłość niesie ze sobą starość i śmierć, jest powodem nieustannych prób „oblaskawienia” przez ludzkość czasu. Michał Heller zgrabnie określa te próby jako „opętanie filozofią czasu”¹³. Z kolei Hanna Buczyńska-Garewicz, w kontekście cytowanych wyżej sławnych słów św. Augustyna, stwierdza, że czas jest jednym z najbardziej istotnych aspektów ludzkiej egzystencji. Nie da się mówić o życiu człowieka bez mówienia o czasie. Autorka *Metafizycznych rozważań o czasie* idzie nawet o krok dalej. Według niej człowiek nie tylko jest zanurzony w czasie, lecz w pewnym sensie sam w sobie jest czasem¹⁴. Dlatego też zrozumienie, czym jest czas, przyczynia się do samopoznania człowieka, a sam czas stanowi jedno z głównych wyzwań, przed jakimi stoi ludzki intelekt.

Aby sprostać temu zadaniu, należy w pierwszej kolejności spróbować usystematyzować tę niezwykle bogatą rzeczywistość, jaką jest czas. W tym celu można wyodrębnić swoisty „katalog pytań o czas”. Odpowiedzi na pytania z takiego „katalogu” prowadzą do określenia podstawowych sposobów

¹⁰ M. Heller, *Wieczność, czas, kosmos*, Kraków: Znak, 1995, s. 8.

¹¹ O ile można mówić o tym, że czas jest elementem rzeczywistości. W punkcie wyjścia można założyć, że jest on czymś, co istnieje realnie, a przynajmniej jawi się jako takie.

¹² Zob. G. J. Whitrow, dz. cyt., s. 17–23.

¹³ Zob. M. Heller, *Wieczność, czas, kosmos*, dz. cyt., s. 74–75.

¹⁴ Zob. H. Buczyńska-Garewicz, *Metafizyczne rozważania o czasie. Idea czasu w filozofii i literaturze*, Kraków: Universitas, 2003, s. 11.

rozumienia czasu¹⁵. Najbardziej ogólne pytania, na które można próbować odpowiedzieć, w związku z „fenomenem czasu”, to pytania o przedmiot materialny oraz przedmiot formalny. W ramach metodologii nauk mówi się o tym, że każda nauka ma swój przedmiot materialny i formalny. Przedmiotem materialnym jest to, co jest dane do zbadania, co ma być rozpoznane. Z kolei przedmiot formalny jest to aspekt, w którym ujęty ma być przedmiot materialny. Przedmiot formalny badań zostaje wskazany jako obszar dalszych dociekań. Stanisław Kamiński ujmując to w następujących słowach: „Bliższego określenia dokonuje się przez wskazanie aspektu rzeczywistości, występującej w ramach wyznaczonego obszaru”¹⁶. Każdy aspekt jest „spojrzeniem” na przedmiot badany z różnych stron, ale jednocześnie może być też „ukazaniem” innych stron owego przedmiotu.

Najbardziej podstawowymi, wręcz klasycznymi filozoficznymi aspektami, w jakich można rozpatrywać różnorakie „fenomeny” są aspekty: ontologiczny, psychologiczny oraz epistemologiczny. W takich też aspektach można próbować ujmować „fenomen czasu”. Przykładem mogą być analizy prowadzone przez Stanisława Mazierskiego¹⁷. Jeden czas jest tu niejako oglądany z trzech różnych stron. Ontologiczna płaszczyzna rozważań o czasie skupia się na zagadnieniach związanych z jego istnieniem. Mazierski stawia pytanie: „Jaką realność stanowi czas i na czym ona polega?”¹⁸. Nie jest to jedyne pytanie związane z tym aspektem czasu. Pytanie o realność czasu kieruje rozważania ku szerszej perspektywie metafizycznej, w której czas zostaje umieszczony na drabinie bytów. Czy można uznać czas za samoistną substancję, czy też może jest on w swojej bytowości zależny od czegoś poza nim? A może czas, jako realna rzeczywistość niezależna od podmiotu poznającego, nie istnieje? Rozstrzygnięcie tych zagadnień prowadzi z kolei ku pytaniu o naturę czasu. „W tym aspekcie pytamy, jakie elementy konstytuują

¹⁵ Oczywiście każdy filozof trochę inaczej ujmując czas w swoich poglądach. Celem niniejszego rozdziału, ani tym bardziej całej pracy, nie jest zestawienie poglądów różnych filozofów na temat czasu, które to można znaleźć między innymi w: K. Polus-Rogalska, *Zrozumieć czas, zrozumieć przestrzeń, zrozumieć ruch*, Inowrocław: Katarzyna Polus-Rogalska i ZP-W POZKAL, 1999. Rozdział pierwszy niniejszej pracy ma stanowić jedynie pewnego rodzaju syntetyczne i systematyczne ujęcie stanowisk dotyczących statusu ontycznego czasu.

¹⁶ S. Kamiński, *Nauka i Metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin: Towarzystwo Naukowe KUL, 1992, s. 187.

¹⁷ S. Mazierski, *Elementy kosmologii filozoficznej i przyrodniczej*, Poznań–Warszawa–Lublin: Księgarnia Św. Wojciecha, 1972, s. 144–153.

¹⁸ Tamże, s. 145.

czas, bez jakich czynników nie może być i nie da się pomyśleć czasu”¹⁹. W tym kontekście prowadzi się również rozważania dotyczące możliwości, czy wręcz sensowności, podziału czasu na przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. Jaki status bytowy można przypisać tym częściom czasu? Czy tak samo realna jest teraźniejszość jak przeszłość? A w jakim sensie przyszłość istnieje – realnie, potencjalnie czy może jeszcze jakoś inaczej?

W aspekcie psychologicznym zwraca się uwagę na to, jak czas jest przeżywany. Chodzi tu głównie o doświadczenie czasu, które jest udziałem człowieka. Czas wydaje się płynąć, przemijać, uciekać. Bardzo często wydaje się, że: „czas przecieka nam przez palce, że tracimy go bezpowrotnie”. W dzisiejszych czasach, między innymi, w ramach psychologii próbuje się opisać to, w jaki sposób człowiek przeżywa swój – i nie tylko swój – czas²⁰. Philip Zimbardo i John Boyd w swojej książce poświęconej psychologii czasu zwracają uwagę właśnie na to, jak doniosłą rolę w życiu każdego człowieka odgrywa czas: „Czas to woda, która popycha strumień naszej świadomości. Ale mimo że zajmuje w naszym życiu tak centralną pozycję, rzadko zastanawiamy się nad sposobami, w jakie wyznacza granice oraz nadaje naszemu życiu kierunek i głębię”²¹. Czy jednak owemu psychologicznemu odczuwaniu czasu odpowiada coś w rzeczywistości? Czy to, co nazywamy upływem czasu, którego doświadczamy i którego postrzeganie przez człowieka może być zaburzone²², ma jakiegokolwiek odniesienie na przykład do obserwowanej, nawet w poznaniu potocznym, asymetrii czasowej zachodzenia zdarzeń? Chodzi o to, że zdarzenia są uporządkowane, dzieją się jednokierunkowo od przeszłości ku przyszłości – a przynajmniej tak nam się wydaje²³. Polemiki i spory dotyczące realności upływu czasu pojawiły się już w starożytności,

¹⁹ Tamże.

²⁰ Oczywiście w filozofii również prowadzi się badania na ten temat. Jednym z najnowszych przykładów opracowań dotyczących zagadnienia upływu czasu z punktu widzenia ontologii może być praca: J. Gołosz, *Upływ czasu i ontologia*, Kraków: Wydawnictwo UJ, 2011.

²¹ P. Zimbardo, J. Boyd, *Paradoks czasu*, tłum. A. Cybulko i M. Zieliński, Warszawa: PWN, 2009, s. 16.

²² Zob. tamże, s. 20–21. Zagadnienia związane z postrzeganiem czasu przez człowieka są poruszane w cytowanej pracy Zimbardo i Boyda w wielu miejscach.

²³ Pomimo tego, że jednokierunkowość upływu czasu wydaje się oczywista, to w prawach fizycznych, w podstawowych teoriach takich jak mechanika Newtonowska czy teoria względności Einsteina nie można znaleźć żadnego dowodu na to, że upływ czasu jest czymś realnym; zob. B. Greene, *Struktura kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości*, tłum. E. L. Łokas i B. Bieniok, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2004, s. 158–161.

a pierwszymi adwersarzami w tym sporze byli Heraklit i Parmenides. Ten pierwszy wyobrażał sobie realny byt jako stawanie się rzeczy. Istnienie wymagało ciągłego ruchu i zmiany. Wynikało z tego, że również czas istnieje jako coś, co płynie, a więc coś, co zgadza się z naszym doświadczeniem. Z kolei Parmenides uważał, że w bycie żaden ruch ani żadna zmiana nie są możliwe. Tym samym zaś niemożliwy jest upływ czasu, gdyż nic, co istnieje, nie może być w ruchu.

Polemiki pomiędzy filozofami na temat tego, czy upływ czasu jest czymś realnym, trwają, w zasadzie, do dziś. Obecnie można, na przykład, wskazać na konflikt pomiędzy zwolennikami prezentyzmu a zwolennikami eternalizmu. Pierwsi stoją na stanowisku, że upływ czasu istnieje obiektywnie. Należy rozróżnić pod względem ontycznym przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. Realne istnienie obejmuje jedynie teraźniejszość. Ponadto nasz język opisu, w którym występują określenia czasowe, jest adekwatny do opisu rzeczywistości. Temu wszystkiemu przeczą z kolei zwolennicy eternalizmu, który określa się również jako blokową koncepcję czasu²⁴. W ramach eternalizmu mówi się o tym, że przeszłość, teraźniejszość i przyszłość istnieją tak samo realnie. Cała rzeczywistość jest czymś jednym i to w niej można wyróżnić jeden czas. Rzeczywistość nie jest zaś w jakikolwiek sposób osadzona w czasie. Nie jest ani czymś, co w czasie płynie, ani czymś, co się wraz z czasem zmienia. Wyróżniony charakter teraźniejszości, o którym mówi się w ramach prezentyzmu, jest tylko złudzeniem. To, co można uznać za teraźniejszość, jest tylko konwencją. Podobnie jak określenie przestrzenne „tutaj” jest umowne, tak i określenie „teraz” zależy od tego, z jakiej pozycji występuje ktoś używający tegoż właśnie określenia²⁵. W dyskusjach prezentyzmu z eternalizmem pojawia się problem jedności i tożsamości przedmiotów

24 Zob. J. Gołosz, *Upływ czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 7–11. Blokowa koncepcja czasu to – według Tadeusza Pabjana – nic innego, jak tylko jedna z filozoficznych interpretacji szczególnej teorii względności: „jednowymiarowy czas jest wielkością analogiczną do trójwymiarowej przestrzeni, w której nie występują żadne uprzywilejowane punkty, i którą należy traktować jako strukturę istniejącą tak samo realnie we wszystkich swoich »fragmentach«. [...] Z punktu widzenia tej teorii [chodzi o szczególną teorię względności] czas nie płynie – on po prostu »jest« i nie da się w nim wyodrębnić w sposób arbitralny żadnych fragmentów, które można by określić terminami »przeszłość«, »teraźniejszość« i »przyszłość« – tak samo jak to jest w przypadku przestrzeni, w której nie istnieją raz na zawsze ustalone obszary, będące »wschodem«, »zachodem«, »północą« i »południem«”, T. Pabjan, *Problem upływającego czasu*, „Postępy Fizyki” 61(2010), z. 2, s. 78.

25 Por. H. Price, *Strzałka czasu i punkt Archimidesa. Nowe kontrowersyjne spojrzenie na czas i współczesną fizykę*, tłum. P. Lewiński, Warszawa: Amber, 1998, s. 25.

w czasie, w tym również jedności nas jako podmiotów poznających. Jeżeli mielibyśmy nie stanowić jedności w czasie, to niemożliwa byłaby również ciągłość naszego poznania²⁶. Jerzy Gołosz, odnośnie do tego problemu, stawia pytanie, czy w przypadku braku jedności nas jako podmiotów poznających w czasie, możliwe jest dochodzenie w procesie poznawczym do jakiegokolwiek wiedzy²⁷? Nie wnikając głębiej w te dyskusje, gdyż nie są one bezpośrednim przedmiotem niniejszej pracy, należy zauważyć, że dojście do tego punktu, to jest do kwestii związanych z poznaniem, kieruje rozważania ku płaszczyźnie epistemologicznej, a w tej właśnie płaszczyźnie fenomen czasu również może być rozpatrywany. Płaszczyzna epistemologiczna stanowi trzeci – obok ontologicznego i psychologicznego – aspekt rozważań na temat „fenomenu czasu”.

W epistemologicznym aspekcie czasu, zwraca się uwagę na to, w jaki sposób poznaje się czas oraz w jaki sposób dochodzi się do jego definicji. Klasyczne, przez co rozumiem w tym miejscu: „odnoszące się do metafizyki Arystotelesowskiej”, ujęcie tego zagadnienia skupia się na porównaniu poznania i definicji czasu z poznaniem i definicją ruchu, czy też szerzej – z poznaniem i definicją zmiany²⁸. Powiązanie czasu z ruchem, czy też problem relacji między czasem a zmianą, pojawiło się – podobnie jak zagadnienie upływu czasu – już w pierwszych wiekach istnienia filozofii. Już w filozofii jońskie, u Anaksymandra, to ruch właśnie powodował wydzielanie się przeciwieństw z bezkresnego *apeironu*. Zaś z ruchu tych przeciwieństw powstawały woda, powietrze, ziemia i ogień, a następnie wszystkie inne ciała. Ten sam ruch odpowiada również za rozpad ciał i ich powrót do pierwotnego stanu, czyli do *apeironu*. Można pokusić się o twierdzenie, że bez istnienia ruchu nie byłoby znanego nam świata. Ruch stanowi w poglądach Anaksymandra element równie ważny jak *apeiron*, choć to ten ostatni jest *arche* wszystkich rzeczy²⁹. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że to ruch właśnie, to tworzenie się i ginięcie rzeczy, odbywa się według porządku

26 „To właśnie przemijający czas pozwala obserwować następstwa zdarzeń. Jeśli czas nie płynie, to trudno sobie wyobrazić, że jakiegokolwiek działanie może prowadzić do jakiegokolwiek skutku. Uprawianie nauki – na przykład przeprowadzanie eksperymentów naukowych – przestaje mieć w takiej perspektywie jakikolwiek sens”, T. Pabjan, *Problem upływającego czasu*, dz. cyt., s. 79.

27 Zob. J. Gołosz, *Eternalizm i problem iluzji upływu czasu*, „Kwartalnik Filozoficzny” 38(2010), z. 1, s. 116–117.

28 Por. S. Mazierski, dz. cyt., s. 144–145.

29 Zob. S. Swieżawski, dz. cyt., s. 15–16.

czasowego. Czyli to właśnie czas porządkuje ruch i tym samym wyznacza mu granice. Anaksymander jako pierwszy tak bezpośrednio odwołał się do pojęcia czasu³⁰. Istnienie ruchu, dzięki któremu jest możliwe powstawanie i ginięcie bytów materialnych, wydaje się w koncepcji Anaksymandra czymś oczywistym, czymś, co nie wymaga dodatkowego wyjaśnienia. Jednakże już w następnych pokoleniach greckich filozofów rozwinął się spór dotyczący możliwości realnego istnienia ruchu oraz istnienia jakichkolwiek zmian. Osią sporu, podobnie jak w przypadku sporu o realne istnienie upływu czasu, były poglądy Heraklita i Parmenidesa. Heraklit jest pierwszym filozofem, który dokonał filozoficznego opracowania zagadnienia ruchu i zmiany, czyniąc je głównymi punktami swojej koncepcji rzeczywistości. Zasadą, czyli *arche*, dla wszelkich rzeczy jest, według Heraklita, ogień. I podobnie jak ogień, który ciągle drga i się zmienia, tak też wszystko w świecie pozostaje w ciągłym ruchu. Wariabilizm, stanowiący podstawę filozoficznych poglądów Heraklita, Stefan Swieżawski opisuje w następujący sposób: „Wszystko jest zmienne i naprawdę istnieje tylko zmiana. Niezmienna w świecie jest jedynie zmienność oraz porządek, wedle którego zmiana się dokonuje. Wszelka inna stałość jest pozorna, właściwości są względne, wszystko jest wszystkim. Dlatego właściwym obrazem rzeczywistości jest rzeka i śmierć”³¹. Z kolei, według Philipa Turetzky’ego czas w koncepcji Heraklita znajdował się pomiędzy zmiennymi rzeczami, a zasadą porządkującą świat, czyli *logosem*. Czas powoduje zmiany według porządku ustalonego przez *logos*³².

Zupełnie przeciwne poglądy odnośnie do zagadnienia istnienia ruchu prezentował Parmenides. Według tego myśliciela wszelki ruch i zmiany są tylko czymś pozornym, co w rzeczywistości nie występuje. Głównym twierdzeniem Parmenidesa było, że byt istnieje, zaś niebyt nie istnieje. Wynika z tego, że cokolwiek może być pomyślane, czyli w jakiś sposób określone, to musi być to coś, co istnieje. O niebycie nie można niczego sensownego powiedzieć. Z kolei byt charakteryzuje się tym, że jest: jeden, niepodzielny, niezrodzony, wieczny, nie podlegający zmianom. Taki byt oczywiście jest również czymś doskonałym. Jako że nie ma niczego poza bytem, a więc nie może być niczego, co byłoby zmienne. Tym samym również czymś nie do pomyślenia jest sama zmiana. Zaś niemożność istnienia zmiany oraz rzeczy podlegających zmianom prowadzi do wyeliminowania pojęcia czasu. Czas, będąc zależnym od zmiany i ruchu, w momencie gdy zmiana i ruch są

30 Zob. P. Turetzky, *Time*, Londyn–Nowy Jork: Routledge, 1998, s. 7.

31 S. Swieżawski, dz. cyt., s. 26.

32 Zob. P. Turetzky, dz. cyt., s. 8–9.

niemożliwe lub wręcz nonsensowne – według Parmenidesa zmiana i ruch są niemożliwe do pomyślenia – sam staje się pojęciem nonsensownym. Krótko mówiąc, według Parmenidesa, czas nie istnieje realnie³³.

Należy w tym miejscu wspomnieć o tym, w jaki sposób Heraklit i Parmenides dochodzą do swoich tez odnośnie do tego, jaka jest rzeczywistość. Zarówno Heraklit, jak i Parmenides uznawali za poprawne poznanie rozumowe, gdyż to właśnie rozum (czysty intelekt) był ostatecznie tym, co pozwalało dotrzeć do prawdy o rzeczywistości³⁴. Jednakże, jak zostało to ukazane wyżej, wyniki przeprowadzonych przez obydwu myślicieli rozumowań były względem siebie przeciwstawne. Parmenides preferował metodę dedukcji. Używając jej, wyprowadził z pierwotnego twierdzenia wszystkie kolejne tezy dotyczące bytu. Jednocześnie utożsamiał byt i myśl. To znaczy uznawał, że skoro myśl, będąca z dzisiejszego punktu widzenia jedynie wynikiem przeprowadzenia danego rozumowania, jest poprawna logicznie, to tym samym musi się ona odnosić do realnego bytu. Władysław Tatarkiewicz istotę poglądów Parmenidesa w tej materii ujmuje następująco: „myśl, gdy nie jest w błędzie, w treści swej nie jest różna od tego, co rzeczywiście istnieje”³⁵. Jednocześnie Parmenides negował wartość poznania zmysłowego. Jako pierwszy w historii filozofii oddzielił wiedzę rozumową od wiedzy o faktach. Te ostatnie, czyli fakty płynące z doświadczenia, nie mają żadnej wartości dla poznania. Obserwowana zmienność, ruch, a także czas i jego upływ są tylko złudzeniami, jakim ulega człowiek, który zawiera świadectwu zmysłów. Dlatego też Parmenides zabiegał o to, by odróżnić prawdziwy, oparty na rozumie, obraz rzeczywistości, od złudnego obrazu, którego dostarczają zmysły³⁶. Z kolei Heraklit w zakresie źródeł prawdziwego poznania ufał danym dostarczanym przez poznanie zmysłowe. Właśnie te dane płynące z doświadczenia uogólniał w swojej koncepcji. To doświadczenie zmysłowe prawdziwie ukazuje, które własności posiada podstawowe tworzywo świata, czyli ogień³⁷. Aby z tej nieustannie zmieniającej się rzeczywistości móc wydobyć owo tworzywo świata, musi towarzyszyć temu refleksja rozumowa,

33 Zob. tamże, s. 10–11.

34 M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL, 1984, s. 83.

35 W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, t. 1, dz. cyt., s. 36.

36 Por. I. Dąmbska, *Zarys historii filozofii greckiej*, Lublin: Instytut Wydawniczy DAIMONION, 1993, s. 46–47.

37 Por. F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 1, tłum. H. Bednarek, Warszawa: Instytut Wydawniczy PAX, 1998, s. 55.

która w pełni rozjaśnia to, co do pewnego stopnia jest ukryte³⁸. Owa refleksja, która ma pochodzić od jednego boskiego Rozumu (*Logosu*), wraz ze zmysłami, stanowią w człowieku – jak określa to Mieczysław Krąpiec – dwa organy poznawania świata. Zmysły są zaś kanałami łączącymi duszę ze światem³⁹.

Podsumowując, można powiedzieć, że Heraklit dochodzi do swoich poglądów na temat natury rzeczywistości, w tym również na temat czasu, poprzez rozumowe przetworzenie danych zmysłowych. Parmenides zaś owe dane zmysłowe w swoich rozumowaniach pomija. A więc zarówno wyznawane poglądy na temat źródeł poznania, jak i stosowane metody dochodzenia do twierdzeń o rzeczywistości mają istotny wpływ na wypracowaną przez danego filozofa koncepcję czasu.

Przedstawiony wyżej trójaspektowy sposób analizowania fenomenu czasu nie jest jedynym możliwym sposobem grupowania poglądów na temat czasu. Inne rozłożenie akcentów w badaniach nad czasem skutkuje inną typologią, która będzie podziałem poglądów na temat czasu ze względu na to, czym czas jest⁴⁰. Wyróżnia się tutaj również trzy stanowiska. W ramach pierwszego mówi się o tym, że czas jest substancją. W drugim – że czas jest kategorią ludzkiego umysłu. Trzecie z kolei ujęcie mówi o tym, że czas jest atrybutem świata materialnego (atrybutem bytu materialnego). Taki podział czasu odwołuje się do formułowanych na terenie ontologii, tak zwanych fundamentalnych kategorii ontologicznych. Do najważniejszych z nich należą kategorie rzeczy, procesów i zdarzeń. Kategoriami ontologicznymi mogą być również stany, własności oraz relacje. Przy czym przeważnie inaczej traktuje się rzeczy, procesy i zdarzenia, a inaczej stany, własności i relacje. Według Władysława Krajewskiego kategorie stanów, własności i relacji są pochodne względem kategorii rzeczy, procesów i zdarzeń⁴¹. Podobnie uważa Zdzisław Augustynek, który również mówi o dwóch typach kategorii w aparacie

38 „Natura lubi się ukrywać” – te słowa Heraklita zdają się wskazywać na to, że zmysły są konieczne, lecz nie wystarczające do tego aby w pełni poznać naturę rzeczywistości; zob. I. Dąmbaska, dz. cyt., s. 42.

39 M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, dz. cyt., 85.

40 W mojej ocenie owa typologia stanowi pewne uszczegółowienie analiz dotyczących czasu w aspekcie ontologicznym, niemniej funkcjonuje ona w literaturze jako samodzielna typologia; zob. M. Bakalarska, *Dlaczego wymiary czasu, a nie jeden czas?*, w: *Wymiary czasu*, red. Z. Sajdek, M. Małecki i D. Bentke, Tarnów: Biblos, 2012, s. 259.

41 Zob. W. Krajewski, *Ontologia*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 450.

pojęciowym ontologii. Do pierwszego z nich mają należeć: rzeczy, procesy i zdarzenia, a do drugiego zaś: własności, relacje i zbiory. Kategorie drugiego rodzaju mają charakter relatywny, co przejawia się tym, że odnoszą się one nie wprost do rzeczywistości, lecz do kategorii pierwszego typu. Jednocześnie kategorie drugiego typu mogą odnosić się również do samych siebie, jak i do siebie nawzajem. Augustynek wyjaśnia, że: „mówi się o zbiorach rzeczy, procesów, zdarzeń; ale także o zbiorach takich zbiorów [...]. Mówi się o własnościach rzeczy, procesów i zdarzeń; ale również o własnościach relacji, własności i zbiorów. Wreszcie mówi się o relacjach między rzeczami, procesami i zdarzeniami; ale też o relacjach między własnościami, relacjami i zbiorami”⁴².

W poszczególnych ontologiach każda z wyżej wymienionych kategorii nierelatywnych może stać się kategorią absolutną – jedyną, która odnosić się będzie do rzeczywistości jako takiej. Mówi się wtedy o monizmie ontologicznym. Dana kategoria może również wspólnie z innymi kategoriami opisywać rzeczywistość jako taką. Mamy wtedy do czynienia z pluralizmem ontologicznym⁴³. Szukając jednolitego i względnie prostego obrazu świata, wyróżnia się obecnie trzy główne stanowiska ontologiczne: substancjalizm, procesualizm i ewentyzm. Te trzy stanowiska można uzupełnić o jeszcze jedną ontologię, która stawia w centrum swoich rozważań człowieka. Tę ontologię można roboczo – za Michałem Hellerem – określić mianem ontologii antropologicznej⁴⁴. W tej ontologii to człowiek jako podmiot poznania, jako myśląca jaźń staje się podstawową kategorią ontologiczną. Mówiąc precyzyjniej, to nie sam człowiek i jego umysł staje się kategorią ontologiczną, lecz wszystkie kategorie ontologiczne występują jako swoiste funkcje, czy też

⁴² Z. Augustynek, *Zdarzenia, rzeczy, procesy*, w: *Co istnieje? Antologia tekstów ontologicznych z komentarzami*, t. 1, red. J. Jadacki, T. Bigaj i A. Lissowska, Warszawa: Petit, 1996, s. 249.

⁴³ Co ciekawe, Augustynek w swoim artykule, obok przedstawienia koncepcji monistycznej – reizmu Tadeusza Kotarbińskiego, oraz koncepcji pluralistycznej Romana Ingardena, zakładającego współistnienie rzeczy, procesów i zdarzeń, wyróżnia również stanowiska pośrednie. Określa je jako reizm liberalny oraz ewentyzm (punktowy). Reizm liberalny zakłada istnienie rzeczy, zaś pozostałe kategorie redukuje definicyjnie do kategorii rzeczy. Z kolei ewentyzm uznaje istnienie zdarzeń i do nich to definicyjnie redukuje rzeczy i procesy. „Uznaje się tu istnienie kategorii zdefiniowanych, ale w sensie pochodnym, *ergo* – »słabszym« względem kategorii definiujących. [...] Stąd wniosek, że redukcja przez definicję implikuje zależność egzystencjalną – kategorii zdefiniowanych od kategorii definiujących. Ale nie jest na odwrót: stwierdzenie zależności egzystencjalnej nie implikuje wcale redukcji kategorii przez definicję”, Z. Augustynek, *Zdarzenia, rzeczy, procesy*, dz. cyt., s. 249–250.

⁴⁴ Por. M. Heller, *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 139–145.

kategorii ludzkiego umysłu⁴⁵. Również czas stanowić będzie taką kategorię. W innych ontologiach zaś „fenomen czasu” będzie ujmowany odpowiednio bądź to jako substancja, bądź to jako proces, bądź też jako zdarzenie. Warto więc przedstawić krótką charakterystykę tych czterech kategorii.

Pierwsza kategoria jest to kategoria substancji. Tak zwane „substancjalne postrzeganie rzeczywistości” ma swoje korzenie w doświadczeniu potocznym. Na co dzień obserwuje się w świecie istnienie wielu różnych przedmiotów. W tych przedmiotach wyróżnia się, w procesie ich opisu, pewne cechy. Jedne cechy, pod wpływem czynników zewnętrznych lub wewnętrznych, ulegają zmianie. Inne zaś pozostają niezmienione. Podobnie przedmioty zachowują swoją tożsamość, to znaczy, dalej – nawet pomimo zmiany pewnych swoich cech – są tymi samymi, konkretnymi przedmiotami. Jednakże obserwuje się również nieustanny ruch w świecie materii. Jedne przedmioty powstają, a inne z kolei giną. Można zapytać, co jest przyczyną tego, że dany byt albo ginie, albo też przekształca się w coś innego? Ta z jednej strony zmienność, a z drugiej strony stałość rzeczywistości materialnej wymagała filozoficznego wyjaśnienia. Krąpiec wyraźnie zaznacza, że klasyczne próby filozoficznego wyjaśnienia struktury rzeczywistości zawsze prowadzą do prób określenia tego, czym jest substancja⁴⁶. Pojęcie substancji zostaje utożsamione z pojęciem tego, co istnieje. Korzeni tego utożsamienia należy szukać u Arystotelesa, który zresztą odcisnął nieusuwalne piętno na tym, w jaki sposób rozumie się substancjalizm. Z kolei Heller w następujący sposób opisuje kluczowe przejście od intuicyjnego rozróżnienia na rzeczy i ich własności do zwartego systemu metafizycznego: „W jego [Arystotelesa] systemie potoczne rozumienie rzeczy i jej własności przekształciło się w wysoce abstrakcyjne pojęcie substancji i w nieco mniej abstrakcyjne, ale również dość dalekie od potocznych intuicji, pojęcie przypadłości”⁴⁷. Rozróżnienie w bycie na substancję i przypadłości należy do tak zwanych złożań bytowych. Wynika ono z faktu posiadania przez byt – według Arystotelesa – wewnętrznej struktury⁴⁸. Dzięki tym złożeniom bytowym możliwy jest metafizyczny opis rzeczywistości⁴⁹.

45 Ontologicznym fundamentem przestaje być rzeczywistość sama w sobie. Staje się nią człowiek jako podmiot poznania.

46 Zob. M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, dz. cyt., s. 304.

47 M. Heller, *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, dz. cyt., s. 139.

48 Zob. M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, dz. cyt., s. 235–239.

49 Warto w tym miejscu dodać jeszcze, że obok interesującego nas rozróżnienia na substancję i przypadłości mówi się również o innych złożeniach bytowych, a mianowicie

Substancją jest określane to właśnie, co samo w sobie ma fundament swojej bytowości, ale również zawiera w sobie fundament swego istnienia. Substancja zawiera w sobie te cechy, które decydują o jej istocie, a także o przynależności do określonego gatunku i rodzaju⁵⁰. Substancja stanowi to, co w bycie jest niezmiennie⁵¹ i co powinno być – według tradycji filozoficznej mającej swe korzenie w filozofii Arystotelesowskiej – przedmiotem prawdziwie naukowego poznania⁵². Dla Arystotelesa substancją jest konkretny byt materialny, samodzielnie istniejący, który jest podmiotem właściwości oraz przedmiotem ściśle naukowego – czyli koniecznego, niezmiennego i ogólnego (powszechnego) – poznania. Z kolei mianem przypadłości (czy też właściwości rzeczy) określa się to wszystko, co jest w bycie (w danej rzeczy) niekonieczne, czego nie można zdefiniować w sposób ścisły. Przypadłościami określa się również byty zapodmiotowane w innym bycie, które same w sobie nie posiadają samodzielnego istnienia, czyli nie posiadają w sobie racji dostatecznej⁵³. Wśród przypadłości bytu można wyróżnić takie, jak: ilość, jakość, relacja, działanie, doznawanie, uwarunkowanie czasem, umiejscowienie, ułożenie i posiadanie⁵⁴. Owe przypadłości mogą być zapodmiotowane w substancji bezpośrednio (ilość i jakość) lub też pośrednio (relacje). Te ostatnie zaś mogą być zapośredniczone bądź to przez ilość (czas i miejsce), bądź to przez jakość (działanie, doznawanie), bądź też przez relacje⁵⁵ (posiadanie, ułożenie części). Ważną kwestią jest różnica, jaka zachodzi

o tym, że byt składa się z aktu i możliwości, z formy i materii oraz z istoty i istnienia; por. E. Morawiec, dz. cyt., s. 171.

⁵⁰ Zob. W. Stróżewski, *Ontologia*, Kraków: Wydawnictwo Aureus i Wydawnictwo Znak, 2004, s. 73.

⁵¹ Morawiec mówi o względnej niezmienności bytu; zob. E. Morawiec, dz. cyt., s. 167.

⁵² Za naukowe, według Arystotelesa, uchodziło poznanie charakteryzujące się koniecznością, niezmiennością i ogólnością (powszechnością). W filozofii przez substancję rozumie się to, co jest niezmienną i konieczną treścią, która to treść jest przedmiotem ujęć intelektualno-poznawczych, i którą to treść można zamknąć w ścisłej definicji; zob. M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, dz. cyt., s. 301–302.

⁵³ Por. tamże, s. 301–304.

⁵⁴ Zob. M. A. Krąpiec, *Wprowadzenie do Metafizyki Arystotelesa*, w: Arystoteles, *Metafizyka*, t. 1, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL, 1998, s. LIX–LXI.

⁵⁵ Czyli relacje zapośredniczone przez inne relacje. „W obrębie przypadłości zachodzi niemal zawsze swoiste »nakładanie się« właściwości, w wyniku czego mamy do czynienia z tzw. modalnościami, czyli takimi bytowymi stanami, gdzie spiętrzają się właściwości i »doskonają się« przez to, że zachodzi ciąg przypadłościowania przypadłości”, M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, dz. cyt., s. 323.

między substancją a przypadłościami. W metafizyce Arystotelesowskiej zawsze jest to realna różnica między tymi czynnikami składowymi bytu. Różnica ta występuje pomimo tego, że sama substancja jest poznawana tylko wraz z przynależnymi jej przypadłościami. Naturę substancji poznaje się po jej właściwościach, które ujawniają się w działaniu. Oznacza to, że substancja w koncepcji Arystotelesa jest rozumiana również jako podmiot dla właściwości oraz stanowi dla nich rację bytową⁵⁶.

Następnymi kategoriami ontologicznymi są kategorie procesu oraz zdarzenia. Ontologie, które stawiają u podstaw rzeczywistości te właśnie kategorie, zamykają się odpowiednio w stanowiskach procesualizmu oraz ewentyzmu. W ewentyzmie za podstawę rzeczywistości uznaje się zdarzenie. Zdarzenie można zdefiniować jako momentalne pojawienie się lub zniknięcie czegoś. Przy czym zdarzenie nie posiada rozciągłości czasowej, to znaczy nie wykracza poza jednostkowe teraz⁵⁷. Budując uniwersum w ramach ontologii ewentystycznej, można potraktować pojęcie zdarzenia jako pojęcie pierwotne. Na przykład Augustynek nie definiuje tego, czym jest zdarzenie. Stwierdza jedynie, że mówiąc o zdarzeniu, należy odwołać się do fizykalnego sensu tego terminu, co pozwala odróżnić go od innych pojęć, między innymi od pojęcia rzeczy, czy też pojęcia procesu⁵⁸.

Przez „proces” należy rozumieć pewną spójną całość, która tworzy się ze złożenia następujących po sobie faz. Istotne dla pojęcia procesu nie są te fazy, lecz właśnie owo ich następstwo – stawanie się. To zmiana (względnie ruch) należą do istoty procesu. Proces jest czymś dynamicznym, czymś, co się dzieje. Jeżeli za podstawową kategorię ontologiczną uzna się proces, wtedy cała rzeczywistość jawi się jako jeden ciągły proces. Oczywiście „proces” nie jest monadą. Wyróżnia się w procesie poszczególne jego fazy. Owe fazy są to tak zwane elementarne zdarzenia, które za Whiteheadem określa się jako aktualne byty (*actual entities* lub też *actual occasions*)⁵⁹. Owe aktualne byty same w sobie są, według zwolenników tej ontologii, czymś ulotnym i nieuchwytnym. Dopiero gdy dynamika ich zmian zostaje ujęta w ramy procesu, wtedy można mówić o pełni bytowej rzeczywistości⁶⁰. To proces jest

56 Por. M. A. Krąpiec, *Wprowadzenie do Metafizyki Arystotelesa*, dz. cyt., s. LXI.

57 Zob. W. Stróżewski, dz. cyt., 127.

58 Zob. Z. Augustynek, *Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość. Studium filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1979, s. 14.

59 Zob. A. N. Whitehead, *Process and Reality. An Essay in Cosmology*, Nowy Jork: The Free Press, 1978, s. 18–19.

60 Zob. tamże, s. 211.

tym, co realnie istnieje. W odróżnieniu np. od stabilnej substancji, proces za sprawą swej dynamiki posiada pewną niestabilność. Jednakże aby proces „sam z siebie”, czyli ze względu na wspomnianą niestabilność, nie rozpadł się na poszczególne byty aktualne, potrzeba jest czegoś, co owe aktualne byty ontologicznie „poskleja”. Dla Whiteheada tym czymś były „obiekty wieczne”. Na koniec należy wspomnieć o silnym powiązaniu kategorii procesu z pojęciem czasu. Nie da się, w zasadzie, pomyśleć o przebiegu jakiegoś procesu bez umieszczenia tego przebiegu w czasie. Czas, oprócz tego, że jest zewnętrzną miarą przebiegu procesu, stanowi również część składową jego samego. Niektórzy wręcz mówią o tym, że w procesualizmie uczasowienie przenika do najgłębszych warstw bytu⁶¹.

Z kolei w ewentyzmie to pojęcie zdarzenia jest nadrzędne ontologicznie w stosunku do pojęcia procesu. To, co procesualizm uznaje za nieistotne, ewentyzm stawia w centrum zainteresowania. Właśnie za pomocą pojęcia zdarzenia definiuje się inne pojęcia, takie jak pojęcie procesu czy pojęcie rzeczy. Zbiór zdarzeń wyznacza uniwersum ontologii budowanej w ramach ewentyzmu. W zbiorze tym daje się, oczywiście w zależności od przyjętych innych jeszcze założeń, wyróżnić pewne jego podzbiory właściwe. Tak czyni na przykład Augustynek. Wyróżnienie podzbioru właściwego w uniwersum składającym się ze zdarzeń pozwala na zdefiniowanie kolejnych kategorii pochodnych. Augustynek w swoim ewentyzmie definiuje w ten sposób zbiór rzeczy, w sensie zbioru ciał materialnych. Również na zbiorze wszystkich zdarzeń określa on relacje, momenty. U Augustynka relacja czasowa, czy też czasoprzestrzenna, jest definiowana jako właściwy podzbiór pewnego iloczynu kartezjańskiego zbioru wszystkich zdarzeń⁶². Czas zaś jest określany jako zbiór momentów. W tym to sensie zbiór zdarzeń można opisywać jako rozciągłość czasową. Taki czas nie jest oczywiście czymś absolutnym, lecz jest czymś pochodnym względem głębszego poziomu rzeczywistości, jakim, według Augustynka, jest zbiór wszystkich zdarzeń, którego to podzbiorem jest zbiór momentów.

Dla Augustynka rzeczywistość ma strukturę warstwową. Każda warstwa zaś ma swoją moc ontologiczną. Augustynek mówi o tym jako o typach logicznych każdej z warstw. Same zdarzenia mają typ logiczny 0, ich zbiór zaś typ logiczny 1. Kolejnym podzbiorem zbioru zdarzeń przysługują kolejne

⁶¹ Por. M. Heller, *Czas i matematyka – przyczynek do zrozumienia struktury procesu*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 305.

⁶² Por. Z. Augustynek, *Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość. Studium filozoficzne*, dz. cyt., s. 14–16.

typy logiczne – 2, 3 itd. Rzeczom, relacjom, momentom przysługuje – jako elementom będącym podzbiorami zbioru zdarzeń (a więc również zbiorami zdarzeń) – typ logiczny 1. Z kolei zbiorom rzeczy, relacji, momentów przysługuje typ logiczny 2. Własnościom relacji, własnościom czasu zaś przysługuje typ logiczny 3⁶³. Pamiętać należy przy tym, że poszczególne kategorie, czyli rzeczy, relacje itd. są pewnymi podzbiorami zbiorów niższego typu. Oznacza to, że można wyobrazić sobie – przynajmniej teoretycznie – pewien ontologicznie „okrojony” model rzeczywistości, w którym czas, o ile występuje, nie ma żadnych własności, co oznaczałoby m.in. że nie można by mówić o jakichkolwiek relacjach czasowych. Chodzi o relacje „wcześniej niż” oraz „później niż”, których możliwość zdefiniowania jest powiązana z możliwością wyodrębnienia w czasie jego części: przeszłości, teraźniejszości i przyszłości. Tego typu rozważania należy odłożyć na później, gdyż prowadzą one do tematyki będącej treścią dalszych podrozdziałów.

Pozostała do omówienia jeszcze kategoria ontologiczna, która jest podstawą tzw. ontologii antropologicznej. Najłatwiej przybliżyć ją przez prezentację tego, jak w toku rozwoju myśli filozoficznej koncepcja substancji ulegała przeobrażeniom, które ostatecznie doprowadziły do całkowitej zmiany perspektywy postrzegania rzeczywistości, a w raz z tym do pewnej ontologicznej rewolucji. Św. Tomasz z Akwinu wyróżnił doświadczenie przez człowieka własnej jaźni jako specjalny typ poznania substancji. Krąpiec w następujących słowach przybliży poglądy Akwinaty w tej kwestii: „Zwracał [św. Tomasz z Akwinu] uwagę, że najdoskonalszy typ poznania człowieka wyraża się w poznawaniu coraz dokładniejszym jednostkowej substancji. Szczególnie zaś uprzywilejowanym »miejscem« poznania substancji jest wewnętrzne doświadczenie własnej jaźni. Każdy bowiem człowiek posiada całkowicie bezpośrednio poznanie własnej jaźni jako podmiotu aktualnie podmiotującego własne akty psychiczne”⁶⁴. Poznanie własnego ja jako podmiotu aktów psychicznych jest według św. Tomasza poznawaniem substancji, którą jest każdy człowiek, niejako od wewnątrz. Poznawanie zaś wszystkich innych substancji jest poznawaniem niejako z zewnątrz. Kolejne modyfikacje koncepcji substancji, dokonane przez Jana Dunska Szkota oraz kontynuatorów jego myśli, doprowadziły do zanegowania rozróżnienia na substancję i przypadłość⁶⁵. Nominaliści wyprowadzili z tego ostatecz-

63 Zob. tamże, s. 16–18.

64 M. A. Krąpiec, *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, dz. cyt., s. 311.

65 Wynikało to z tak zwanego intuicjonizmu poznawczego, w którego ramach mówi się o tym, że jednym prostym aktem poznawczym można ująć całą substancję jednostkową.

ne konsekwencje, co zaowocowało zanegowaniem substancji jako czegoś obiektywnie istniejącego. Pojęcie substancji stało się czymś subiektywnym, wynikiem pewnej operacji intelektualnej dokonanej na konkretnej rzeczy poznawanej poprzez zmysły jako zespół pewnych własności⁶⁶. U progu nowożytności w poglądach Kartezjusza pojawia się dualistyczny podział na substancję duchową oraz substancję materialną, która to substancja materialna jest ograniczona tylko do bycia czymś rozciągląym. Natomiast do roli ontologicznego pewnika urosła jaźń człowieka oraz wytwory owej jaźni, czyli myśli. To ich nie da się podważyć metodycznym wątpliwieniem. To jaźń ostaje się, gdy zaneguje się istnienie wszystkiego innego. Sama treść myśli może być złudzeniem, lecz fakt myślenia jest niepowątpiewalny. Dlatego też ontologicznego fundamentu należy szukać nie w świecie zewnętrznym, lecz w człowieku, a w szczególności w naszej świadomości. „Substancją”⁶⁷ staje się jaźń myśląca, czyli dusza, która istnieje niezależnie od ciała⁶⁸.

Takie widzenie rzeczywistości, ograniczone przez Kartezjański sceptycyzm tylko do *res cogitans*, było wciąż pogłębiane przez następne pokolenia filozofów. David Hume postulował realne istnienie poza umysłem tylko płynących od zmysłów wrażeń, które umysł może przetwarzać w idee. Wrażenia są właściwym środkiem poznania rzeczywistości. Samo pojęcie „substancji”, podobnie jak u nominalistów, jest wynikiem działania umysłu ludzkiego, który uznaje substancję jako identyczność i niezmienność rzeczy, przy zmieniających się nieustannie zjawiskach. Jednakże stwierdzenie substancjalnej tożsamości i niezmienności jest efektem działania wyobraźni, pamięci i instynktu⁶⁹, a nie rzeczywistego stanu rzeczy. Nie jest więc czymś koniecznym, ani tym bardziej prawdziwym w sensie odnoszenia się do rzeczywistości. Do rzeczywistości zaś mogą odnosić się tylko proste stwierdzenia dotyczące faktów płynące ze zmysłów⁷⁰. Czy w związku z tym możliwa

Ten akt dodatkowo charakteryzuje się wielością form substancjalnych. Każdej przypadłości bytu przysługuje osobne istnienie; zob. tamże, s. 312–313.

⁶⁶ Poznanie rozumowe ustępuje poznaniu zmysłowemu; por. tamże, s. 313.

⁶⁷ Tak rozumiana „substancja”, różni się znacząco od swojego klasycznego odpowiednika, dlatego też w kontekście „nowej kategorii ontologicznej” będzie ta nazwa opatrzona cudzysłowem.

⁶⁸ Zob. W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, t. 2, Warszawa: PWN, 2003, s. 48.

⁶⁹ Zob. tamże, s. 113–114.

⁷⁰ Hume konsekwentnie w swoich poglądach zaprzeczał konieczności i prawdziwości zasady przyczynowości, stwierdzając, że orzekanie o faktach niestwierdzonych przez zmysły jest tylko snuciem domysłów lub też korzystaniem z pamięci, że pewne fakty następowały po innych faktach. Jednakże takie następstwo nie jest poznaniem, lecz co najwyżej

jest jeszcze jakaś głębsza refleksja dotycząca rzeczywistości? Czy tego typu stanowisko nie neguje możliwości uprawiania metafizyki? Co można zrobić z „gołymi” wrażeniami płynącymi od zmysłów? Próbę wyjścia z tego ontologicznego „ślepego zaułka” podjął Immanuel Kant. Autor *Krytyki czystego rozumu*, w innym swym dziele, będącym skróconym wykładem jego koncepcji, czyli w *Prolegomenach*⁷¹, wyraźnie wskazuje na inspiracje płynące z poglądów Hume’a: „to właśnie napomnienie Davida Hume’a jako pierwsze przed laty przerwało moją dogmatyczną drzemkę i nadało całkiem inny kierunek moim badaniom w dziedzinie filozofii spekulatywnej”⁷². Efektem pracy Kanta była próba przywrócenia metafizyki, ale w zupełnie odmienionej postaci. Był sam w sobie stał się poznawczo niedostępny. Nie mamy dostępu do rzeczy samej w sobie. Możemy poznawać tylko wrażenia płynące ze zmysłów, co było zbieżne z poglądami Hume’a. Natomiast istotną nowością, którą wprowadził Kant i którą to określa się czasami jako rewolucyjną, była zmiana sposobu ujmowania wrażeń. W procesie poznawczym wrażenia są ujmowane poprzez tak zwane formy aprioryczne i wraz z nimi dopiero tworzą zjawiska. Na wrażenia zaś aprioryczne formy nakłada nasz umysł. Oznacza to, że w teorii poznania Kanta to nie przedmioty kształtują myśl, lecz odwrotnie: to myśl kształtuje przedmiot poznania. Jedyną rzeczą pewną w poznaniu stał się umysł, który poznaje poprzez nakładanie form apriorycznych na wrażenia. W filozofii Kanta „substancja” staje się kategorią umysłu. Podobnie stało się z pozostałymi kategoriami używanymi w klasycznej metafizyce. Z powyższego wynika więc, że rzeczywistość jest poznawczo kształtowana przez umysł. Trawestując poglądy Kanta do zagadnień związanych z ontologią antropologiczną, można stwierdzić, że człowiek, jako podmiot poznający, staje się „miarą wszystkiego”⁷³. Postawienie człowieka w centrum uwagi może, w skrajnej postaci, stać się swego rodzaju ontologią, w której przypisuje się człowiekowi rolę źródła istnienia. Wszechświat dlatego istnieje, gdyż jest przez nas poznawany. Heller stwierdza wręcz, że: „Wszechświat pojawia się zawsze i tylko jako człon relacji: poznający

instynktem, którego poprawności działania nie jesteśmy w stanie zweryfikować. Możemy się nim tylko posługiwać; zob. tamże, s. 112–113.

71 Pełny tytuł dzieła to: *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*.

72 I. Kant, *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, tłum. A. Banaszkiewicz, Kraków: Zielona Sowa, 2005, s. 13.

73 Taki pogląd był charakterystyczny w starożytności dla sofistów, zwłaszcza dla Protagorasa; zob. S. Świeżawski, dz. cyt., s. 60–63.

człowiek – poznawany przedmiot”⁷⁴. Bycie takim członem relacji wyczerpuje całą bytowość świata i jego ontycznej struktury. Dlatego też w takiej perspektywie ontologicznej może pojawić się pogląd traktujący czas jako kategorię ludzkiego umysłu.

Wyróżnienie w badaniach nad czasem jego statusu ontycznego, niezbędne z punktu widzenia dalszych rozważań, umożliwia podzielenie koncepcji czasu na realistyczne oraz arealistyczne⁷⁵. Z kolei koncepcje realistyczne, jak i arealistyczne, można podzielić na koncepcje skrajne oraz koncepcje umiarkowane. W wyniku takiego uporządkowania powstają cztery grupy koncepcji czasu: skrajnie realistyczne, umiarkowanie realistyczne, umiarkowanie arealistyczne oraz skrajnie arealistyczne. W różnego rodzaju opracowaniach można spotkać podział na trzy typy stanowisk. Na przykład Irena Szumilewicz mówi o następujących stanowiskach na temat tego, czym jest czas. W ramach jednego stanowiska mówi się o tym, że czas jest niezależny od zdarzeń, a czas sam w sobie jest bytem samoistnym. Drugie stanowisko zaś odmawia czasowi obiektywnego istnienia. Niejako pomiędzy tymi dwiema skrajnościami Szumilewicz umieszcza koncepcje relacyjne czasu, w których czas, choć jest czymś obiektywnym, to jednocześnie nie jest samoistnym bytem⁷⁶. W niniejszej pracy jednak zostaną uwypuklone koncepcje środka, tzn. umiarkowany realizm oraz umiarkowany arealizm. Ma to na celu ukazanie swoistego pogranicza, z wszystkimi konsekwencjami jego istnienia, pomiędzy poglądami uznającymi, że czas jest realny, i tymi, według których nie ma czegoś takiego jak czas. Owo pogranicze staje się zatem trzecim możliwym sposobem ujmowania czasu. Widać w tym podobieństwo do typologii, którą omawia Szumilewicz. Niemniej w mojej propozycji chciałbym wyraźnie zaznaczyć, że na pograniczu między realizmem a arealizmem mogą mieścić się nie tylko poglądy uznające relacyjny charakter czasu. Zaprezentowany poniżej podział wyznacza swego rodzaju kontinuum poglądów na temat czasu. Na jednym krańcu owego kontinuum są poglądy, które uznają czas za samoistny byt, który w swoim istnieniu jest niezależny od innych bytów. Na drugim krańcu zaś znajdują się koncepcje, których autorzy, w sposób wręcz absolutny, negują istnienie czegoś takiego

⁷⁴ M. Heller, *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, dz. cyt., s. 145.

⁷⁵ Przeważnie używa się określenia „antyrealizm”. Ja z kolei, w propozycji typologii ujmowania czasu, gdzie wyróżniam trzy typy stanowisk, będę używać – dla odróżnienia – terminu „arealizm”.

⁷⁶ Zob. I. Szumilewicz, *O kierunku upływu czasu*, Warszawa: PWN, 1964, s. 10–13.

jak czas⁷⁷. Jednocześnie tego typu podział, siłą rzeczy, abstrahuje od ciągłości historycznej, gdyż w jednej grupie mogą znaleźć się myśliciele, którzy żyli i tworzyli w bardzo różnych epokach. Jest dowodem na to, że problem czasu w filozofii wciąż wzbudza wiele kontrowersji, wymaga dogłębnego studium, a także poszukiwania nowych źródeł informacji o czasie, jego naturze i przysługujących mu własnościach⁷⁸.

Na koniec tej części rozważań, zanim przejdę do omawiania poszczególnych stanowisk dotyczących ontycznego statusu czasu, chciałbym powtórnie przywołać te pytania, które tworzą wspomniany wyżej „katalog pytań o czas” (tabela 1).

Tabela 1

Katalog filozoficznych pytań o czas

Rodzaj pytania	Przykłady
Pytanie o przedmiot (materialny i formalny)	W jakich aspektach można rozpatrywać czas? (chodzi o aspekty ontologiczny, psychologiczny i epistemologiczny)
ASPEKT ONTOLOGICZNY	
Pytanie o istnienie	Czy czas istnieje, czy też może nie ma czegoś takiego jak czas? Czy czas istnieje realnie, potencjalnie, czy też może jako wytwór ludzkiego umysłu?
Pytanie o sposób istnienia czasu	Czy czas jest niezależnym bytem (substancją)? Czy czas jest w swym istnieniu zależny od innych bytów (przypadłością)?
Pytanie o czynniki strukturalne czasu	Czy czas ma części składowe? Co to są dziedziny czasu? Bez czego nie można mówić o czasie jako takim?

⁷⁷ Uznając co najwyżej, że czas stanowi pewnego rodzaju iluzję, którą człowiek sam sobie tworzy jako fenomen czysto psychologiczny lub jakiś inny twór ludzkiego umysłu, a tak naprawdę nie mający nic wspólnego z rzeczywistością.

⁷⁸ Niniejsza praca, jak było to już wcześniej powiedziane, jest między innymi próbą poszukiwania we współczesnych modelach kosmologicznych informacji, mogących rzucić nowe światło na problematykę czasu. Chodzi tu o takie modele, które jeszcze nie mają ugruntowanej pozycji na terenie nauk przyrodniczych, lecz są odważnymi próbami rozwiązania niektórych problemów, z jakimi boryka się współczesna fizyka.

Pytanie o realność dziedzin czasu	Czy przeszłość, teraźniejszość i przyszłość są tak samo realne?
Pytanie o relacje czasowe „wcześniej/później”	Co jest bardziej fundamentalne dla czasu: relacje wcześniej/później czy może dziedziny czasu?
Pytanie o związek czasu i ruchu	Czy czas może istnieć bez ruchu/zmiany? Czy ruch/zmiana są możliwe bez czasu?
Pytanie o kategorię ontologiczną czasu, a także o miejsce czasu na „drabinie bytów”	Czy czas jest rzeczą/procesem/zdarzeniem/relacją/własnością?
Pytania dotyczące natury (istotnych własności) czasu:	Czy można wskazać czynniki konstytutywne dla czasu?
	Czy czas jest skończony/nieskończony/ograniczony/nieograniczony?
	Czy czas ma początek/ma koniec?
	Czy istnieje upływ czasu?
	Czy istnieje strzałka czasu (określony kierunek upływu czasu)? Jakie są rodzaje strzałek czasu?
ASPEKT PSYCHOLOGICZNY	
Pytanie o doświadczenie czasu	W jaki sposób człowiek przeżywa czas?
	W jaki sposób przeżywanie czasu zależy od naszego stanu psychicznego?
	W jaki sposób doświadczenie przemijania wpływa na ludzką egzystencję?
Pytanie o związek doświadczenia przemijania ze światem realnym – pytanie o upływ czasu	Czy doświadczenie przemijania ma podstawę w świecie realnym, czy jest tylko fenomenem ludzkiej psychiki?
Pytanie o nieodwracalność czasu	Czy psychologiczna strzałka czasu ma ten sam kierunek i zwrot co inne strzałki czasu?
ASPEKT EPISTEMOLOGICZNY	
Pytanie o poznanie czasu	Czy/Czym poznanie czasu różni się od samego czasu?

Pytanie o sposób poznawania czasu	Czy czas poznajemy bezpośrednio, czy za pośrednictwem czegoś?
	Czy poprzez nauki przyrodnicze i dane z nich płynące można poznać to, czym jest czas?
	Czy poznanie czasu może/musi być osadzone w poznaniu zmysłowym/potocznym?
	Który rodzaj poznania (potoczne/zmysłowe/naukowe) jest adekwatny dla poznania czasu?
Pytanie o sposób tworzenia definicji/pojęcia czasu	Czy nauki przyrodnicze mogą dotrzeć do istoty czasu?
	Jakiego rodzaju definicją jest definicja czasu?
	Czy pojęcie czasu musi/nie musi/powinno/nie powinno być użyteczne w naukach przyrodniczych?

1.2 REALISTYCZNE KONCEPCJE CZASU

W ramach realizmu skrajnego czas traktowany jest jako byt samoistny, który w swoim istnieniu nie zależy od żadnych innych czynników. W tym ujęciu mówi się również o tym, że czas jest ponad światem materii. Po pierwsze, czas jest uprzedni względem świata, to znaczy, że istniał już wtedy, gdy nie było jeszcze świata materialnego⁷⁹. Po drugie, czas będzie istniał nawet w sytuacji, gdy świata materialnego już nie będzie. Można to ująć również w ten sposób, że istnienie czasu jest niezależne od istnienia świata. Oznacza to, że w skrajnie realistycznym ujęciu czasu można mówić o, tak zwanym, pustym czasie, czyli o czasie, w którym nie mają miejsca żadne zdarzenia. Z kolei świat bez czasu wydaje się być czymś niemożliwym. To czas wyznacza bieg zdarzeń. To on jest miarą wszystkich zmian. Czas absolutny porządkuje wszystko, co zachodzi, w odpowiedniej kolejności. Niejako kreuje on wszystkie procesy (wszystko, co się dzieje w świecie), przez co ma on w sobie coś z samego Boga.

Takie rozumienie czasu można znaleźć w poglądach Izaaka Newtona, który powszechnie uznawany jest za ojca i prekursora nowożytnej nauki. W swoim najważniejszym i najbardziej znanym dziele, czyli w wydanych w 1687 roku *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (w polskim tłumaczeniu *Matematyczne zasady filozofii przyrody*), jest następujące określenie czasu: „Absolutny matematyczny i prawdziwy czas sam w sobie i przez jego

⁷⁹ Oczywiście tak można formułować twierdzenia o czasie absolutnym w przypadku nieujmowania świata jako czegoś wiecznego.

własną naturę płynie równo w odniesieniu do wszystkiego zewnętrznego, który inaczej zwie się trwaniem; względny, pozorny i powszechny czas jest pewną zmysłowo postrzegalną, zewnętrzną (czy to dokładną, czy to nierówną) miarą trwania poprzez ruch, który jest powszechnie używany zamiast czasu, tak jak nasza godzina, dzień, miesiąc, rok”⁸⁰. Widać z powyższego, że Newton rozróżniał dwa pojęcia czasu. Pierwszym był czas absolutny. Czas prawdziwy i przede wszystkim matematyczny, tzn. opisywany za pomocą matematyki. Ten prawdziwy czas płynie sam przez się, niezależnie od czegokolwiek, co by było poza nim. Drugim czasem jest czas względny, który jest subiektywny. Występuje on w doświadczeniu jako miara ruchu, czyli coś za pomocą czego zmysłowo odmierzamy dostrzegany ruch. Jednostkami tegoż czasu są godziny, dni, miesiące, lata i tak dalej. Podobnie zresztą Newton wyróżniał absolutną i względną przestrzeń oraz absolutny i względny ruch⁸¹.

Czas absolutny pochodzi od Boga, czyli został przez Niego stworzony. Jest on jednak jakąś pochodną Boga, tzn. Bóg jest przyczyną czasu, jednakże nie jest to przyczyna w rozumieniu czasowym, lecz w rozumieniu przyczyny sprawczej⁸². Pod pewnym względem zaś czas współistnieje z Bogiem. Sam sposób istnienia czasu jest radykalnie różny od sposobu istnienia pozostałych bytów stworzonych. Czas jest substancją, która nie jest

⁸⁰ I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, tłum. J. Wawrzycki, Kraków: Copernicus Center Press, 2011, s. 190. W oryginale łacińskim w *Scholium* tak jest to wyrażone: „Tempus absolutum verum & Mathematicum, in se & natura sua absq; relatione ad externum quodvis, æquabiliter fluit, alioq; nomine dicitur Duratio; relativum apparens & vulgare est sensibilis & externa quævis Durationis per motum mensura, (seu accurata seu inæquabilis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut Hora, Dies, Mensis, Annus”, I. Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, Scholium I, http://la.wikisource.org/wiki/Philosophiæ_Naturalis_Principia_Mathematica (dostęp: 16.12.2016). W pierwszym amerykańskim wydaniu Newtonowskich *Matematycznych Zasad Filozofii Przyrody*, czyli w wydanej w 1846 roku *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, w tłumaczeniu Andrew Motte, ta sama treść została przetłumaczona jako: „Absolute, true, and mathematical time, of itself, and from its own nature flows equably without regard to anything external, and by another name is called duration: relative, apparent, and common time, is some sensible and external (whether accurate or unequable) measure of duration by the means of motion, which is commonly used instead of true time; such as an hour, a day, a month, a year”, I. Newton, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Scholium, tłum. A. Motte, Nowy Jork: Adee, 1846, [https://en.wikisource.org/wiki/The_Mathematical_Principles_of_Natural_Philosophy_\(1846\)](https://en.wikisource.org/wiki/The_Mathematical_Principles_of_Natural_Philosophy_(1846)) (dostęp: 16.12.2016).

⁸¹ Zob. I. Newton, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, dz. cyt., s. 191.

⁸² Zob. P. Turetzky, dz. cyt., s. 73.

tożsama ze światem materialnym⁸³. A więc jest on niejako ponad materią, ponad stworzeniem. Jest on w stosunku do niego uprzedni. Czas należałoby umieścić pomiędzy Bogiem a stworzeniem. Trudno sobie wyobrazić Boga jako byt absolutny, który by nie istniał w czasie. Wszystko to, co istnieje, musi istnieć w czasie. Brak istnienia czasowego byłby brakiem, jakąś niedoskonałością. A więc czas jest swoistym sposobem istnienia Boga. Istnienie Boga w czasie, to znaczy ten czas, w którym On istnieje, określa się mianem „zawsze”. Newton, jak zaznacza Turetzky, odrzucał wieczność w rozumieniu aczasowości, czy też bezczasowości, zwłaszcza w odniesieniu do Boga. Bóg nie jest poza czasem, lecz jest on raczej panem czasu. Absolutny czas stanowi granicę pomiędzy Bogiem a stworzeniem⁸⁴. To czas oddziela Boga od świata stworzonego. Dodatkowo czas warunkuje istnienie świata materialnego. Wszystko, co istnieje, musi istnieć w czasie. Jednocześnie to czas właśnie warunkuje zachodzenie w świecie wszystkich procesów i zmian. To znaczy, że czas jest miarą zmiany i ruchu. Absolutny czas wyznacza również uniwersalny zegar, według którego można datować, odmierzać i porównywać zdarzenia i procesy zachodzące w świecie.

Absolutny czas jest niezależny od ruchu i zmian, co wynika z jednej strony z założonego statusu ontycznego czasu. Z drugiej strony Newton zbudował nową naukę, w której nie opierał się wyłącznie na założeniach metafizycznych, lecz poszukiwał dedukcyjnie praw porządkujących obserwowane zjawiska. Dzieło Newtona można uznać za uwieńczoną sukcesem kontynuację wcześniejszych prób budowania wiedzy racjonalnej⁸⁵. Turetzky, opisując zmianę w podejściu do rozumienia czasu, której owocem było newtonowskie pojęcie czasu absolutnego⁸⁶, zwracał uwagę na dwie rzeczy. Pierwszą z nich było odrzucenie porównań czasu z wiecznością. Wynikało to, między innymi, z zastosowania brzytwy Ockhama. Każdy obserwowalny ruch danego ciała jest czymś osobnym i tyle, ile jest takich ruchów, tyle jest też pomiarów czasu związanych z tymi ruchami. Kontynuatorzy myśli Ockhama mówili wręcz o wielości czasów wewnętrznych związanych z poszczególnymi ciałami materialnymi. W tej wielości można wyróżnić jeden czas dla

83 Zob. T. Pabjan, *Uwagi o naturze czasu*, w: *Wyzwania racjonalności. Księdzu Michałowi Hellerowi współpracownicy i uczniowie*, red. S. Wszolek i R. Janusz, Kraków: OBI i Wydawnictwo WAM, 2006, s. 133.

84 Por. P. Turetzky, dz. cyt., s. 72–73.

85 Zob. M. Heller, *Filozofia przyrody. Zarys historyczny*, Kraków: Znak, 2004, s. 78–79.

86 Przejście od średniowiecznego sposobu pojmowania czasu do epoki nowożytnej można dokładnie prześledzić w książce Turetzky'ego; zob. P. Turetzky, dz. cyt., s. 58–70.

wszystkich rzeczy materialnych jedynie przez matematyczną abstrakcję. Tak opisany czas jest wciąż czasem realnym. Następuje zaś zmiana w sposobie jego ujmowania. Ujawnia się w tym miejscu wzrost znaczenia matematyki w badaniu świata, gdyż to dzięki niej możliwy jest jeden – matematyczny – czas. Drugą z kolei rzeczą, jaka – według Turetzky'ego – doprowadziła do nowożytnego rozumienia czasu, było postrzeganie czasu jako zmiennej niezależnej. Było to konsekwencją ujęcia czasu jako wymiaru, jako czegoś, co można potraktować jako linię prostą, jako fragment Kartezjańskiego układu współrzędnych. Dla kontynuatorów myśli Newtona, którzy dość szybko oddzielili poglądy fizyczne od poglądów religijno-filozoficznych⁸⁷, koncepcja praw natury (praw przyrody) charakteryzuje zależności przyczynowe między empirycznie postrzeganymi zjawiskami poprzez opis zależności pomiędzy pewnymi zmiennymi. Między innymi czas jest właśnie taką zmienną, a ruch jest opisywany przez funkcję czasu. Jednocześnie czas staje się w fizyce Newtonowskiej elementem wyjaśniającym takie pojęcia, jak prędkość, pęd, przyspieszenie, siła.

Wracając do Newtona i jego poglądów na temat czasu⁸⁸, należy powiedzieć, że absolutny czas jest niezależny od zawartości materialnej Wszechświata. Czas istnieje również niezależnie od tego, czy zachodzą jakiegokolwiek zmiany we Wszechświecie. Absolutny czas płynie niezależnie od ruchu, jego ilości czy też istnienia świadomego obserwatora⁸⁹. To oznacza, że nawet w pustym Wszechświecie czas płynie według swojej absolutnej miary. Absolutny czas wraz z absolutną przestrzenią stanowią swego rodzaju scenę, na której rozgrywają się wszystkie zdarzenia w rzeczywistości materialnej⁹⁰. Gdy jest mowa o zdarzeniach dziejących się w czasie i w przestrzeni, to

⁸⁷ Co więcej, współczesne analizy samej warstwy fizycznej teorii Newtona, z zastosowaniem nowych metod matematycznych, wskazują, że – jak ujmuje to Michał Heller – „Należy [...] starannie rozróżniać pomiędzy poglądami na czas i przestrzeń samego Newtona a »poglądami« zakładanymi przez jego mechanikę”, M. Heller, *Filozofia przyrody. Zarys historyczny*, dz. cyt., s. 93.

⁸⁸ Chodzi w tym miejscu o poglądy filozoficzne Newtona. Można również wyróżnić dwie inne warstwy w poglądach Newtona, które są zawarte w jego dziele, a mianowicie warstwę matematyczną oraz fizyczną; zob. tamże, s. 84.

⁸⁹ Zob. P. Turetzky, dz. cyt., s. 72.

⁹⁰ Wydaje się, że dla Newtona istnienie owej absolutnej sceny było czymś nieodzownym. Heller stwierdza, że była to dla Newtona „myślowa konieczność” oraz „niezbędne przed założeniem” leżące u podstaw posługiwania się w praktyce „zmysłowymi miarami”, czyli pojęciami względnego czasu i przestrzeni; por. M. Heller, *Filozofia przyrody. Zarys historyczny*, dz. cyt., s. 92.

obok czasu absolutnego i absolutnej przestrzeni występuje również ruch absolutny. Na istnienie takiego ruchu wskazuje, według Newtona, istnienie sił bezwładności⁹¹. Wiąże się z tym również istnienie tak zwanej absolutnej równoczesności zdarzeń, która pozwala wyróżnić jeden czas dla całego Wszechświata. Absolutny czas Newtona jest oczywiście nieskończony, rozciąga się od nieskończonej przeszłości ku nieskończonej przyszłości. Nie ma początku ani końca (rozumianego również jako kres jego istnienia). Jest w pełni realnie istniejącą substancją, która zdaje się w swojej doskonałości niewiele ustępować samemu Absolutowi.

Czy można zachować realizm w ujmowaniu czasu bez jednoczesnego uznania, że czas jest czymś przewyższającym w istnieniu świat materii? Czy czas może być na tym samym poziomie ontologicznym, co inne byty materialne? Może czas dopiero wraz z bytami materialnymi tworzy rzeczywistość, którą postrzegamy? W ramach realizmu umiarkowanego odpowiedzi na te pytanie będą twierdzące. To stanowisko mniej radykalnie pod względem ontologicznym – ujmuje czas. Tutaj czas może być tylko przypadłością bytu, czyli czymś związanym z realnie istniejącym bytem materialnym. Czas istnieje jako zapodmiotowany w bytach, czyli jego istnienie jest ufundowane na bardziej podstawowych, pod względem ontologicznym, strukturach. Za przykład umiarkowanie realistycznego ujmowania czasu mogą posłużyć poglądy Arystotelesa.

Stagiryta w swoim systemie metafizycznym ujmował czas, przynajmniej w punkcie wyjścia, jako coś trudnego do określenia. Arystoteles w czwartej księdze *Fizyki* stwierdza wręcz, że „czas albo w ogóle nie istnieje, albo jest pojęciem mglistym i niewyraźnym”⁹². W związku z tym, już na początku rozważań pojawiają się wątpliwości i problemy dotyczące realnego istnienia czasu. Na pewno czas nie jest samoistnym bytem, ponieważ części czasu, czyli przeszłość i przyszłość, nie istnieją. Ażeby coś mogło istnieć, to albo to coś w całości musi istnieć, albo przynajmniej muszą istnieć tego czegoś części. Przeszłości już nie ma, a przyszłości jeszcze nie ma. Teraźniejszość zaś, czyli „teraz” z jednej strony jest, a z drugiej trudno uznać owe „teraz” za istotną część czasu. Przynajmniej trudno uznać „teraz” za taką część czasu, która mogłaby konstituować go jako samodzielnie istniejącą substancję.

⁹¹ Zob. M. Heller, *Materia – geometria*, w: M. Heller, M. Lubański i S. W. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody*, Warszawa: Wydawnictwo ATK, 1997, s. 186; P. Turetzky, dz. cyt., s. 75.

⁹² Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 10, 218a, tłum. K. Leśniak, w: tenże, *Dzieła wszystkie*, t. 2, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2003, s. 104.

Nie wiadomo, czy istnieje jedno „teraz”, czy też istnieje ich wiele, a jeżeli jest wiele „teraz”, to w jaki sposób one koegzystują. Czy istnieją owe „te-raz” wszystkie naraz obok siebie, czy też jedne w drugich, czy też z kolei może następują one po sobie, tak jak się to jawi w doświadczeniu czasu? Gdyby – jak twierdzi Arystoteles – istniało tylko jedno „teraz”, wtedy nie byłoby możliwe postrzeganie czasu. A zatem należy uznać, że istnieje wiele momentów „teraz”, czyli chwil obecnych, które następują po sobie, chociaż każdą z kolejnych chwil postrzegamy tylko i wyłącznie pojedynczo jako tę istniejącą. Niemniej na podstawie doświadczenia dochodzi się do wniosku, że poszczególne „teraz” następują jedne po drugich⁹³.

Kolejne ważne pytanie dotyczy tego, ze względu na co owo następstwo „teraz” się odbywa. Tu Arystoteles wprost odwołuje się do ruchu, czy też szerszego pojęcia, czyli do zmiany. Czas nie istnieje bez istnienia ruchu. „Jednakże czas nie istnieje bez zmiany; bo gdyby stan naszej myśli w ogóle nie podlegał zmianie, albo gdybyśmy nie doznawali tych zmian, nie odczuwalibyśmy upływu czasu”⁹⁴. Jednak nie można utożsamiać czasu i ruchu, chociaż bez siebie wzajemnie one, w zasadzie, nie istnieją. Dla Arystotelesa, choć czas nie jest ruchem (względnie zmianą), to czas jest w swym istnieniu zależny od istnienia ruchu (względnie zmiany). Oznacza to, że gdyby ruch był niemożliwy, to jednocześnie i czas byłby tak samo niemożliwy jak ruch. Ale, na szczęście, ruch istnieje, a więc i czas znajduje swoją ontyczną podstawę⁹⁵. Istnienie ruchu dla Arystotelesa jest czymś oczywistym, co wynikać ma z danych płynących z indukcji. „My, filozofowie przyrody, musimy przyjąć jako zasadę, że albo wszystkie, albo przynajmniej niektóre przedmioty natury znajdują się w ruchu; jest to oczywiste na podstawie indukcji”⁹⁶. Ale ruch ciał materialnych nie wyczerpuje zakresu tego pojęcia. Przez ruch można również rozumieć „stawanie się”, przy czym to stawanie się może odnosić się do całej substancji, jak i do jej części. Każde urzeczywistnienie się w bycie jego potencjalności, każda *entelechia* jest przez Arystotelesa uznawana za rodzaj ruchu. Również różne rodzaje zmian należy uznać za ruch⁹⁷. Każdy ruch stanowi kontinuum, a więc jest czymś podzielnym w nieskończoność, czyli jest czymś ciągłym. Owa ciągłość przejawia się również w tym, że ruch

93 Zob. Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 10, 218a–11, 219a, dz. cyt., s. 104–106.

94 Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 11, 218b, dz. cyt., 105.

95 „W czasie rzeczy równocześnie powstają, giną, rosną, zmieniają się i poruszają. Czas jest liczbą wszelkiego ruchu jako takiego”, Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 14, 223a, dz. cyt., s. 114.

96 Arystoteles, *Fizyka*, ks. I. 2, 185a, dz. cyt., s. 26.

97 Zob. Arystoteles, *Fizyka*, ks. III. 1, 201a, dz. cyt., s. 65.

jest, przynajmniej potencjalnie, nieskończony: „ruch jest nieskończony, bo nieskończona jest wielkość objęta ruchem (zmianą albo wzrostem)”⁹⁸. Ale nie każdy ruch swą potencjalną nieskończoność realizuje. Na przykład ruch prostoliniowy odbywa się od pierwotnego miejsca do innego, z czego wynika, że osiągając to inne miejsce, ruch kończy się lub staje się innym ruchem, ruchem opozycyjnym do pierwotnego. A zatem następuje spoczynek, będący końcem ruchu. Za to ruch kołowy, z kolei, może być ciągły, gdyż jest to ruch od pierwotnego miejsca do pierwotnego, a więc jego kontynuacja jest możliwa, gdyż nie osiąga on kresu, będącego innym miejscem, w którym ruch kołowy musiałby się zatrzymać. Każdy punkt, będący na linii ruchu kołowego, będzie zarówno początkiem, końcem, jak i środkiem owego ruchu. Rzecz poruszająca się ruchem okrężnym będzie zarówno na początku, jak i na końcu ruchu kołowego, a w zasadzie owa rzecz nie będzie ani na początku, ani na końcu tego ruchu. Arystoteles podaje przykład kuli, która obracając się znajduje się zarówno w ruchu, jak i w pewnym sensie w spoczynku, ponieważ zajmuje to samo miejsce, a ruch będzie się odbywał wokół punktu środkowego, a nie w kierunku punktu końcowego (który jest nieodróżnialny od punktu początkowego). Ruch kołowy jest najdoskonalszym rodzajem ruchu. Jest on ciągły i wolny od przerw⁹⁹. Przykładem wiecznego ruchu obrotowego może być ruch po okręgu niebiańskim, gdyż jest on najbardziej regularny i jednolity. Czas jest mierzony ruchem sfer niebieskich, a także i inne ruchy mogą być względem tego ruchu mierzone¹⁰⁰.

Wyżej wymienione własności ruchu wskazują na pewne analogiczne własności czasu. I tak jak ruch może być nieskończony, tak też i czas jest potencjalnie nieskończony¹⁰¹. Czas jest również wieczny, w takim sensie, jak ruch kołowy jest wieczny. Podobnie jest z ciągłością ruchu i czasu. Ruch jest ciągły, a więc i czas również będzie ciągły. „Ponieważ wielkość jest ciągła, ruch także musi być ciągły, a skoro ruch, to i czas; bo czas, który upłynął, wydaje się proporcjonalny do ruchu”¹⁰². Czas jawi się jako swego rodzaju atrybut ruchu. Wracając do wcześniej analizowanego „teraz” można spróbować ukazać, w jaki sposób tworzy ono, wbrew wcześniejszym obiekcjom,

98 Arystoteles, *Fizyka*, ks. III. 7, 207b, dz. cyt., s. 81.

99 Zob., Arystoteles, *Fizyka*, ks. VIII. 8, 264a–9, 265b, dz. cyt., s. 197–200.

100 Zob. S. Mazierski, dz. cyt., s. 152; Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 8, 223b, dz. cyt., s. 115.

101 Nieskończoność liczby powstaje poprzez dodawanie, nieskończoność przestrzeni poprzez podział, a nieskończoność czasu poprzez jedno i drugie; por. Arystoteles, *Fizyka*, ks. III. 4, 204a, dz. cyt., s. 72.

102 Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 11, 219a, dz. cyt., s. 106.

czas. Jak już było wyżej wspomniane, samo „teraz” nie daje czasu. Ale jeżeli uwzględnimy ruch, wtedy już czas się pojawi. To w ruchu postrzegamy pewne następstwo jednych rzeczy po drugich. Z drugiej strony pewne rzeczy występują przed innymi. Wyrazy „przed” i „po” oraz „teraz” wyznaczają czas. „Przed” i „po” określa się w trakcie postrzegania ruchu w odniesieniu do „teraz”. Coś było „teraz” wcześniej, czyli przed aktualnym „teraz”, a znów coś będzie „teraz” później, czyli po aktualnym „teraz”. Jednocześnie „teraz” jest granicą pomiędzy przeszłością i przyszłością. Arystoteles stwierdza, że: „Gdy myślowo wyróżniamy dwa krańce, różniące się od środka, a rozum oznajmia, że istnieją dwa »teraz«, jedno »przed«, a drugie »po«, to wtedy mówimy, że istnieje czas”¹⁰³. „Teraz” samo w sobie można potraktować jako coś, co jest niezmiennie, czyli potraktować „teraz” jako przedmiot czasu. Z drugiej strony zaś „teraz” zmienia się, bo jest albo „przed” albo „po”. Można więc powiedzieć, że czas ciągle tworzony jest przez „teraz”, ale również dzieli się on na „teraz”. Zachodzi w tym przypadku podobna zgodność, jak zgodność między ruchem przestrzennym a poruszającym się ciałem. Ruch w ogóle i ruch przestrzenny są jednością dzięki poruszającej się rzeczy. Ale nie dlatego, że owa rzecz jest tylko jedną istniejącą rzeczą, ale dlatego, że owa rzecz poruszająca się, jest czymś jednym dla ruchu z definicji¹⁰⁴. Poruszające się ciało dzieli ruch wcześniejszy od późniejszego, zaś „teraz” jest zawsze inne „z powodu poruszania się ciała zmieniającego miejsce”¹⁰⁵.

Podsumowując, można powiedzieć, że o ile „teraz” jest granicą pomiędzy „wcześniejszym” a „późniejszym”, to „teraz” nie jest czasem, lecz jego atrybutem. A z kolei „teraz” staje się liczbą czasu, o ile czas jest liczony. Można teraz podać słynną definicję czasu Arystotelesa, mianowicie: czas jest ilością ruchu ze względu na „przed” i „po”¹⁰⁶. W innym miejscu występuje podobna definicja: „czas jest ilością ruchu, ze względu na »wcześniej« i »później« i jest ciągłością, bo jest atrybutem tego, co ciągle”¹⁰⁷. A więc czas

¹⁰³ Tamże.

¹⁰⁴ Wynika z tego, że jeżeli jest więcej rzeczy, a doświadczenie wskazuje na pluralizm bytowy, to jeżeli ich ruch jest jednoczesny, wtedy z punktu widzenia ruchu owe rzeczy poruszające się można potraktować jako jedną rzecz, a w zasadzie jako jeden ruch. Taka sama odpowiedniość zachodzi w stosunku do punktu: „punkt zarówno łączy, jak i dzieli długość; jest przecież początkiem pewnej części, a końcem innej. Skoro jednak weźmie się jeden punkt za dwa, musi powstać przerwa, jeśli ten sam punkt będzie początkiem i końcem”, Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV, 11, 220a, dz. cyt., s. 108.

¹⁰⁵ Tamże.

¹⁰⁶ Zob. Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV, 11, 219b, dz. cyt., s. 107.

¹⁰⁷ Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV, 11, 220a, dz. cyt., s. 108.

jest ilościową stroną ruchu, jest pewnym rodzajem ilości. Przy czym ilość można traktować zarówno jako to, co jest liczone, jak i to, za pomocą czego liczymy. Czas jest ilością w tym pierwszym znaczeniu, a więc tym, co jest liczone. Mówiąc ściślej, czas jest ilością rzeczy policzonych, czyli jest on ilością policzonych ruchów. Oznacza to pewną zależność, a mianowicie, że mierzenie ruchu odbywa się za pomocą czasu, ale również i mierzenie czasu odbywa się za pomocą ruchu. Czas i ruch wzajemnie się określają, gdyż ruch odpowiada wielkości, czyli odległości, a czas odpowiada ruchowi. Inaczej mówiąc, czas będzie długi (względnie krótki), jeżeli ruch będzie długi (względnie krótki). Jednocześnie czas wyznacza jednostkę miary dla całości ruchu, którą to jednostką miary dla całości ruchu, będzie również pewien ruch¹⁰⁸. A więc „teraz”, „przed”, czy też „po” będą dla czasu tym, czym „jednostka”, czy też „nieparzyste” dla liczby¹⁰⁹. Moment „teraz” będzie w czasie tak, jak jedność w liczbie. Natomiast kolejność następowania stanów ruchu, przypomina kolejność liczb naturalnych¹¹⁰.

Na koniec zaś można powrócić do, istotnego dla tego rozdziału niniejszej pracy, problemu dotyczącego ontycznego statusu czasu. Na pewno czas jest zależny od ruchu, co zostało już wyżej uwypuklone. Ale są jeszcze dwa czynniki, bez których czas byłby niemożliwy. Pierwszym i najważniejszym jest sam byt realny i jego istnienie. Tylko byty podlegają ruchowi. Nie ma ruchu ani zmiany poza bytami, gdyż poza nimi nic nie istnieje¹¹¹. O ruchu absolutnym można mówić jedynie w kontekście substancji. Wszelkie ruchy absolutne będą albo powstawaniem, albo też ginięciem substancji. Ewentualnie ruch odbywający się na jej podłożu może być uznany za ruch absolutny¹¹². Idąc dalej tokiem myśli Arystotelesa, należy stwierdzić, że nie ma ruchu, jeżeli nie ma rzeczy poruszającej się. A więc to istnienie rzeczy konstytuuje istnienie ruchu. Analogicznie również czas w swym istnieniu jest zależny od istnienia rzeczy: „to, co jest w czasie, pociąga za sobą istnienie czasu, jak długo ta rzecz istnieje”¹¹³. Czyli, gdyby nie istniał żaden byt, wtedy i czas byłby całkowicie nierealny. Czas jest przypadłością rzeczy zmiennych¹¹⁴,

¹⁰⁸ „Tak jak łokieć jest miarą długości dzięki temu, że określa pewną wielkość, która jest jednostką miary dla całości”, Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 11, 221a, dz. cyt., s. 110.

¹⁰⁹ Zob. tamże.

¹¹⁰ Zob. S. Mazierski, dz. cyt., s. 151.

¹¹¹ Zob. Arystoteles, *Fizyka*, ks. III. 1, 201a, dz. cyt., s. 65.

¹¹² Zob. Arystoteles, *Fizyka*, ks. I. 7, 190a–190b, dz. cyt., s. 40.

¹¹³ Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 12, 221a, dz. cyt., s. 110.

¹¹⁴ Por. S. Mazierski, dz. cyt., s. 152.

czyli przypadłością zmiennego bytu materialnego¹¹⁵. Realność czasu jest konstytuowana przez realność bytu. Niemniej również niezbędne do tego, aby czas stał się czasem, jest istnienie podmiotu poznającego, co stanowi drugi z czynników konstytuujących czas. Skoro czas jest tym, co ma być liczone, to musi istnieć ktoś, kto będzie liczył. „Gdyby nie było kogoś liczącego, to by również nie było tego, co się liczy, a co za tym idzie, nie byłoby też liczby”¹¹⁶. Oczywiście chodzi o liczbę, jaką stanowi czas w stosunku do ruchu. Jeżeli nic innego, oprócz podmiotu poznającego, nie może zliczać czasu, wtedy czas, poza podmiotem poznającym, staje się „tylko” płynięciem niezróżnicowanych momentów. Czyli, mówiąc krótko, czas przestałby istnieć, gdyby: a) nie było bytów zmiennych, b) ruch okazałby się czymś niemożliwym oraz c) nie byłoby umysłu, zdolnego do zliczania momentów ruchu.

1.3 KONCEPCJE CZASU Z POGRANICZA REALIZMU I AREALIZMU

Oddalając się od realistycznego sposobu ujmowania czasu, wchodzi się na szerokie pogranicze pomiędzy realizmem i arealizmem. Na tym pograniczu poglądy Gottfrieda Wilhelma Leibniza, który czas określał jako relację porządkującą zdarzenia zachodzące we Wszechświecie, wydają się być pierwszymi, które do pewnego stopnia wykraczają poza realizm. Oczywiście, w żaden sposób, nie można powiedzieć, że Leibniz negował istnienie czasu. Natomiast można z całą pewnością stwierdzić, że Leibniz negował istnienie czasu jako substancji¹¹⁷. Było to zresztą przedmiotem bardzo burzliwego sporu pomiędzy Leibnizem, a zwolennikami substancjalnej koncepcji czasu¹¹⁸, czyli ze zwolennikami koncepcji czasu prezentowanej przez Newtona. Spór, który dotyczył nie tylko czasu, ale również całego systemu opisującego Wszechświat, znany jest dziś jako polemika Leibniza ze zwolennikiem

115 Oczywiście byty niepodległe ruchowi, czyli byty niezmiennie, są równocześnie bytami niepodległymi czasowi; zob. Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 12, 221b–222a, dz. cyt., s. 110–111.

116 Arystoteles, *Fizyka*, ks. IV. 14, 223a, dz. cyt., s. 114.

117 Można w tym względzie przywołać opinię Tadeusza Pabjana: „Koncepcja Leibniza rozpoczęła jednak z całą pewnością proces »relatywizacji« w poglądach na naturę czasu i przestrzeni”, T. Pabjan, *Spór o przyczynową strukturę czasu*, Tarnów: Biblos, 2008, s. 31.

118 W podziale ujęć czasu zastosowanym w niniejszej pracy, koncepcja czasu Newtonowskiego określona została jako realizm skrajny. Niemniej w literaturze równolegle występuje również określenie owej koncepcji po prostu jako substancjalnej koncepcji czasu; zob. J. Gołosz, *Czas i przestrzeń a świat fizyczny*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 17(1995), 49–61; M. Łagosz, *Realność czasu*, Wrocław: Wydawnictwo UWr, 2007, s. 56–76.

Newtona, Samuelem Clarkiem¹¹⁹. Warto w tym miejscu podkreślić, że Leibniz nigdy nie przedstawił dzieła, które zawierałoby całościowy wykład jego filozoficznych poglądów¹²⁰. Postulowanej przez autora *Monadologii* struktury rzeczywistości, w tym również tego, czym jest czas, należy doszukiwać się w listach, artykułach oraz w krótkich pracach, w których Leibniz przedstawiał zarysy swojego systemu¹²¹.

Na początku należy podkreślić doniosłość roli, jaką w dociekaniach metafizycznych Leibniza odgrywały jego rozważania na gruncie logiki. Metodę dedukcyjną można, oprócz logiki, zastosować również do wykrywania prawd w innych dziedzinach: w metafizyce, fizyce, a nawet w prawoznawstwie, czy też w teologii. Leibniz marzył o jednym wielkim systemie wiedzy. Zastosowanie jednej metody do całego Wszechświata wynikało z przekonania Leibniza o tym, że cały Wszechświat tworzy jeden harmonijny system. W tym systemie zaś ogólny schemat wyjaśniania przedstawiałby się następująco. Rzeczy złożone byłyby wyjaśniane przez proste składniki, pojęcia złożone byłyby definiowane przez pojęcia proste. Pojęcia proste zaś byłyby niedefiniowane¹²². Natomiast całością, czyli wszystkim, co istnieje, rządziłyby ustanowione przez Boga zasady. Chodzi o zasadę sprzeczności, zasadę racji dostatecznej, zasadę proporcjonalnego działania względem posiadanej doskonałości oraz zasadę harmonii przedustawnej.

Najbardziej podstawowymi składnikami rzeczywistości, swoistymi punktami metafizycznymi, są monady. Monada jest substancją prostą, z której składają się wszystkie inne substancje złożone. Te z kolei, z racji tego, że są utworzone z nieskończonej ilości monad, określa się jako agregaty monad. Monady nie mają żadnych własności, które można by określić jako fizyczne. Nie mają kształtu, rozciągłości, masy, a także nie oddziałują na siebie tak, jak oddziaływały atomy, na przykład w teorii Demokryta. Choć początkowo Leibniz wyznawał właśnie atomizm¹²³, niemniej ostatecznie porzucił ten

¹¹⁹ Wydanie polskie zapisu tegoż sporu można znaleźć pod nazwą *Polemika z S. Clarke'iem*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: G. W. Leibniz, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1969, s. 319–448.

¹²⁰ Chodzi o dzieło porównywalne z *Matematycznymi zasadami filozofii przyrody* Newtona, czy też z *Krytyką czystego rozumu* Kanta.

¹²¹ Por. F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 4, tłum. J. Marzęcki, Warszawa: Instytut Wydawniczy PAX, 1995, s. 267.

¹²² Por. tamże, s. 266.

¹²³ Sama koncepcja atomizmu była początkowo uznawana przez Leibniza. „Z początku, gdy się uwolnił z Arystotelesowego jarzma, opowiedziałem się za próżnią i za atomami”.

system jako niezadowalający. Atomów, posiadających rozmiar i kształt, nie dawało się wyprowadzić *a priori*¹²⁴, lecz koniecznym stawało się powiązanie ich z doświadczeniem, czyli *a posteriori*, co „godziło” w pragnienie Leibniza, dotyczące istnienia wielkiego systemu dedukcyjnego, który miał wyjaśniać wszystko. Leibniz nie mógł zgodzić się na to, aby podstawowa jednostka strukturalna rzeczywistości, czyli monada, zawierała w sobie elementy (tzn. atomy) wymagające zewnętrznej ingerencji, a czymś takim byłoby oddziaływanie poznawcze związane z określeniem *a posteriori* rozmiarów i kształtów atomów. Nic z zewnątrz nie może przeniknąć do monad¹²⁵. Monady są czymś duchowym, czymś uprzednim w stosunku do substancji cielesnych¹²⁶. Każda z monad posiada swoją wewnętrzną doskonałość oraz swoje przypadłości. Owe przypadłości stanowią unikalny zestaw jakości, co powoduje, że każda monada różni się od wszystkich innych monad. Jak stwierdza Leibniz: „Gdyby zaś substancje proste nie różniły się jakościami, nie dałoby się dostrzec żadnej zmiany w rzeczach, albowiem to, co znajduje się w rzeczy złożonej, może pochodzić jedynie z jej składników prostych”¹²⁷.

Wszystkie monady są stworzone i ułożone przez Boga zgodnie z harmonią przedustawną. Leibniz oczywiście uznawał pluralizm bytów, w tym przypadku pluralizm monad, oraz przyjmował istnienie zmian, i to zarówno w bytach złożonych, jak i w bytach prostych. Każda monada posiada wewnętrzną siłę, dynamikę, która powoduje, że zmienia się ona – w pewien sposób ewoluuje (choć Leibniz nie używa tego terminu). Autor *Monadologii* w następujący sposób wyjaśnia genezę owych zmian: „Zmiany naturalne w monadach pochodzą od jakiejś zasady wewnętrznej, skoro przyczyna zewnętrzna nie może wywierać wpływu na ich wnętrze”¹²⁸. Tym, co zmie-

G. W. Leibniz, *Nowy system natury i wzajemnej łączności substancyj jak również związku istniejącego między duszą i ciałem*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, dz. cyt., s. 178.

¹²⁴ Por. F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 4, dz. cyt., s. 294–295.

¹²⁵ Zob. G. W. Leibniz, *Monadologia*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, dz. cyt., s. 297–298.

¹²⁶ Zob. G. W. Leibniz, *Zasady natury i łaski oparte na rozumie*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, dz. cyt., s. 283.

¹²⁷ G. W. Leibniz, *Monadologia*, dz. cyt., s. 298.

¹²⁸ Tamże, s. 298–299.

nia się w monadach, są ich, tak zwane, postrzeżenia¹²⁹. Monada przechodzi od jednego postrzeżenia do drugiego. I na tym ma polegać zmiana na najbardziej fundamentalnym poziomie. Wywołuje ją swego rodzaju siła, dążność wewnętrzna monady. Dlatego też monadę określa Leibniz w innym miejscu jako byt zdolny do działania¹³⁰. Wszystko, co istnieje, jak było to już powiedziane, składa się z nieskończonej ilości monad¹³¹. To właśnie skupiska monad tworzą substancje cielesne, czyli rzeczy oraz zjawiska dostępne w doświadczeniu (*a posteriori*). Oczywiście można zapytać, w jaki sposób z niematerialnych monad powstają rzeczy materialne. Leibniz odwołuje się w tym względzie do koncepcji Arystotelesowskiej materii i formy, oczywiście odpowiednio ją przetwarzając i zmieniając, aby nie była ona sprzeczna z rozwijającym się mechanycyzmem, lecz raczej dopełniała się z tą koncepcją¹³². Monady należy uznać za złożone, niemniej owa „złożoność” ma nie być sprzeczna z tym, że ostatecznie monady są substancjami prostymi. Siłę czynną monady można potraktować jako *entelechię*, czyli dynamiczną formę substancjalną. Z kolei istnieje również w monadzie swego rodzaju bierność, która ma być odpowiedzialna za to, że w agregatach monad pojawia się masa, nieprzenikliwość, rozciągłość. Taki agregat monad określa się również jako materię drugą (co stanowi pewne odniesienie do systemu Arystotelesowskiego), czy też ciało organiczne. Z kolei jeśli takie ciało organiczne ma jedną monadę, która dominuje nad całością, to wtedy taki specyficzny agregat utworzy substancję cielesną. Leibniz w *Liście do de Voldera* ujmując to w następujących słowach: „Rozróżniam 1) pierwotną *entelechię*, czyli duszę, 2) materię pierwszą, czyli pierwotną siłę bierną, 3) monadę,

¹²⁹ Według *Monadologii* postrzeżeniem ma być wielość w jedności, wielość modyfikacji, jakim podlegać ma każda monada. Każda zmiana naturalna polega na tym, że coś się zmienia i coś pozostaje. Nie jest to do końca jasne. Leibniz używa porównania do stanu, w jakim jest człowiek. Normalnie jesteśmy świadomi, zaś świadomość jest czymś więcej niż percepcja. Natomiast gdy człowiek jest oszołomiony lub ogluszony, lub omdlały, lub też śpi bez snów, wtedy nie ma świadomości, lecz tylko i wyłącznie postrzeżenia. A nasza dusza jest wtedy niczym goła monada; zob. tamże, s. 301–302. Z kolei w innym dziele, to jest w *Zasadach natury i łaski opartych na rozumie*, znaleźć można stwierdzenie, że postrzeżenie jest to „wewnętrzny stan monady przedstawiający rzeczy zewnętrzne”, G. W. Leibniz, *Zasady natury i łaski oparte na rozumie*, dz. cyt., s. 285.

¹³⁰ Zob. tamże, s. 283.

¹³¹ W pierwszych wersetach *Monadologii* znajdujemy takie stwierdzenia: „rzecz złożona to nic innego, jak skupisko czy też *aggregatum* substancji prostych [czyli monad]. [...] I monady te są prawdziwymi atomami natury – elementami rzeczy”, G. W. Leibniz, *Monadologia*, dz. cyt., s. 297.

¹³² Zob. F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 4, dz. cyt., s. 297.

ukompletowaną przez te dwa elementy, 4) masę, czyli materię drugą lub maszynę organiczną, na którą składają się niezliczone monady podrzędne, 5) istotę żyjącą, czyli substancję cielesną, która jest przetworzona na jedną maszynę przez dominującą monadę¹³³. Ostatnią rzeczą, na którą warto zwrócić uwagę i która może przyczynić się do zrozumienia poglądów Leibniza na temat czasu, będzie to, że wszystkie agregaty monad są tylko czymś zjawiskowym. W *Liście do des Bossesa* Leibniz stwierdza: „Wszystko bowiem oprócz składowych monad jest dołączane przez samo tylko postrzeganie, na mocy samego faktu bycia przedmiotem jednoczesnego postrzegania”¹³⁴. Nie znaczy to, że cała rzeczywistość, którą poznajemy w doświadczeniu, jest ułudą, czy też halucynacją. Jej realność opiera się na współistnieniu monad, które są według Leibniza czymś jak najbardziej realnym, choć nie można ich dostrzec, ująć w doświadczeniu, a jedynie można poznać rozumowo – wykonywać na drodze analizy filozoficznej.

Mając na uwadze powyższe poglądy Leibniza, można zauważyć, że czas nie występuje w monadach ujmowanych jako substancje proste. Podobnie zresztą i przestrzeń, jako że monady same w sobie nie mają rozciągłości, nie występuje w monadach. Leibniz stwierdza: „Co do mnie, niejednokrotnie podkreślałem, że mam przestrzeń za coś czysto względnego, podobnie jak czas, mianowicie za porządek współistnienia rzeczy, podczas gdy czas stanowi porządek ich następstwa”¹³⁵. Względność czasu (i analogicznie względność przestrzeni) wynika z tego, że to właśnie na bazie istniejących zdarzeń (które to zdarzenia są ontologicznie fundowane przez skupiska monad) można mówić o czasie jako o relacji porządkującej następowanie tych zdarzeń po sobie. Samo stwierdzenie, że jedno zdarzenie A jest przed zdarzeniem B, lub też, analogicznie, że zdarzenie B jest po zdarzeniu A, w oderwaniu od tych zdarzeń, jest czymś abstrakcyjnym. Czas nie jest czymś zewnętrznym względem rzeczy czasowo trwających. Nie da się – według Leibniza – znaleźć żadnej racji (w sensie racji dostatecznej), dla której „rzeczy przy zachowaniu tego samego ich następstwa [czasowego] miałyby być połączone raczej z tymi chwilami niż z innymi”¹³⁶. Wynika z tego, że nie można mówić, że czas jest czymś absolutnym, jak twierdził na przykład Newton. Nie może być – według autora *Monadologii* – żadnego czasu niezależnego od zdarzeń, jakiegoś jednolitego zbioru chwil, który byłyby czymś, według czego

133 Fragment *Listu do Voldera* cytuję za Coplestonem; zob. tamże, s. 300.

134 Jest to fragment *Listu do des Bossesa*, który cytuję za Coplestonem; zob. tamże, s. 301.

135 G. W. Leibniz, *Polemika z S. Clarke’iem*, dz. cyt., s. 336.

136 Tamże, s. 337.

wszystko inne byłoby mierzone. Takie pojęcie czasu można uznać jedynie za coś abstrakcyjnego, co realnie nie istnieje samo z siebie. Trafnie ujmuje to Frederick Copleston w swojej *Historii filozofii*: „Nie ma żadnej realnej abstrakcyjnej przestrzeni, w której byłyby usytuowanie rzeczy, i nie ma żadnego realnego abstrakcyjnego i jednolitego czasu, w którym zachodziłyby kolejne wydarzenia. Oba czynniki są zatem idealne”¹³⁷. Leibniz podkreśla, że: „Gdyby jednak nie było stworzeń, przestrzeni i czas byłyby tylko w ideach Bożych”¹³⁸, a także: „Gdyby nie było stworzeń, nie byłoby ani czasu, ani miejsca, a przeto w ogóle przestrzeni aktualnej”¹³⁹. Oznacza to, że czas musi być ufundowany na rzeczach istniejących. Jest on – o czym była już wyżej mowa – porządkiem ich następstwa, dlatego też wynik jego pomiaru zależy od ułożenia tych właśnie rzeczy (czy zdarzeń). Według Leibniza: „Czas i przestrzeń [same w sobie] należą do dziedziny istot, a nie do dziedziny istnienia, podobnie jak liczby i inne idealności”¹⁴⁰.

Jednak nie można powiedzieć, że Leibniz uznawał czas tylko za coś czysto subiektywnego. Gdyby tak było, to byłby on przedstawicielem raczej arealizmu. Niemniej nie jest on skrajnym realistą. Realność czasu i przestrzeni wyglądają na swego rodzaju problem, z którym Leibniz starał się sobie poradzić, lecz ostatecznie chyba nie do końca mu się to udało¹⁴¹. W *Polemice z S. Clarke’iem* można znaleźć następujące stwierdzenie: „Części czasu lub miejsca, rozpatrywane same w sobie, są czymś idealnym, a więc doskonale do siebie podobnym, niczym dwie abstrakcyjne jednostki. Atoli tak nie jest, gdy chodzi o dwie konkretne jednostki, czy też dwa czasy rzeczywiste lub dwie wypełnione, to jest prawdziwie aktualne przestrzenie”¹⁴². Choć czas ma charakter zjawiskowy, niemniej zjawiskowość ta jest dobrze ugruntowana w relacjach. Relacje te opierają się na współlistnieniu, istnieniu uprzednim i następczym rzeczy, a rzeczy składają się z monad. Monady zaś są bytami realnie istniejącymi. Ostatecznie więc współlistnienie i następstwo monad (które wynika z takiego, a nie innego ich ułożenia przez Boga w ramach harmonii przedustawnej) jest tym, co ma stanowić o tym, że czas nie jest czymś

137 F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 4, dz. cyt., s. 302.

138 G. W. Leibniz, *Polemika z S. Clarke’iem*, dz. cyt., s. 353.

139 Tamże, s. 407.

140 Tamże, s. 356.

141 Copleston stwierdza, że Leibniz w swoich rozważaniach skupiał się bardziej na rozważaniach dotyczących przestrzeni, zaś czasem nie zajmował się aż tak bardzo szczegółowo; zob. F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 4, dz. cyt., s. 302.

142 G. W. Leibniz, *Polemika z S. Clarke’iem*, dz. cyt., s. 378.

czysto subiektywnym. Copleston w następujący sposób przedstawia to zagadnienie: „Jeżeli porządek współistniejących zjawisk, jakim jest przestrzeń, oraz porządek kolejnych zjawisk, jakim jest czas, zawdzięczamy po prostu »wzajemnie się zmawiającym postrzeżeniom monad«, przestrzeń i czas są czysto subiektywne. Leibniz jednak czuł nieodparcie, że to nie wszystko. Różne bowiem punkty widzenia różnych monad zakładają relatywne położenia obiektywne. A w tym przypadku przestrzeń nie może być czysto subiektywna”¹⁴³. Niestety nie udało się autorowi *Monadologii* stworzyć jednolitej koncepcji, która by opisywała relacje pomiędzy subiektywnymi a obiektywnymi elementami tworzącymi czas i przestrzeń¹⁴⁴. Podobnie zresztą, jak i postulowana mnogość w jedności monady, mająca umożliwiać przejście od poziomu duchowych monad do materialnych ciał, nie otrzymała postaci więcej niż tylko szkicowej.

Wydaje się, że na pograniczu realizmu i arealizmu znajdują się również poglądy św. Augustyna. Jego doktrynę dotyczącą czasu znaleźć można w jedenastej księdze jego *Wyznań*. Postulowana dwoistość poglądów Biskupa Hippony wynika z dwóch rzeczy. Z jednej strony św. Augustyn wyraźnie podkreśla, że czas został przez Boga stworzony wraz ze światem materialnym. A więc przysługuje mu realność bycia czymś stworzonym, bycia częścią stworzenia. Bez stworzenia nie może być mowy o czasie¹⁴⁵. Czas nie jest uprzedni w stosunku do świata, tak jak było to w koncepcji Newtona. Sama

¹⁴³ F. Copleston, *Historia filozofii*, t. 4, dz. cyt., s. 305.

¹⁴⁴ Co było jedną z przesłanek do tego, by uznać Leibniza za pokonanego w sporze ze zwolennikami poglądów Newtona (Newton opracował system, w którym, dzięki pojęciom absolutnego czasu i przestrzeni, udało się wyjaśnić zachodzenie zdarzeń w świecie). „Fizycznym modelem filozoficznej koncepcji czasu absolutnego jest mechanika klasyczna, natomiast nie istnieje fizyczny model, realizujący w pełni założenia relacyjnej koncepcji czasu [...]. Nie dysponował takim modelem ani Leibniz, ani żaden z przeciwników substancjalnej teorii czasu”, T. Pabjan, *Uwagi o naturze czasu*, dz. cyt., s. 144. Dopiero na początku XX wieku, wraz z powstaniem teorii względności Einsteina, powróciła nadzieja na zbudowanie fizycznego modelu urzeczywistniającego koncepcję Leibniza. Jednakże ogólna teoria względności tylko po części realizuje postulat redukcji czasu i przestrzeni do relacji zachodzących między zdarzeniami. „Przyczyny tego niepowodzenia okazały się analogiczne do tych, które [...] zdecydowały o przegranej Leibniza w sporze z Newtonem. Dwie podstawowe trudności teorii relacyjnej, wobec których Leibniz pozostał bezradny podczas słynnej dyskusji z reprezentującym Newtona Clarke’iem, to metryka czasu i przestrzeni oraz problem bezwładności ciał”, T. Pabjan, *Relacyjna koncepcja czasu i przestrzeni w naukach fizycznych a konsekwencje filozoficzne*, w: *Filozofia przyrody*, red. S. Janeczek, A. Starościc, D. Dąbek i J. Herda, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2013, s. 202.

¹⁴⁵ Św. Augustyn, dz. cyt., s. 281.

czasowość jest powiązana z ruchem, lecz św. Augustyn wyraźnie stwierdza, że to nie ruch, czy też zmiana definiują czas. To czas porządkuje wszelkie zmiany, to nim mierzymy wszelki ruch. A więc ruch nie jest miarą czasu. „Czym innym jest więc ruch ciała, a czym innym to, według czego mierzymy, jak długo on przebiega. Dla kogóż nie byłoby jasne, co z dwojga należy nazwać czasem? To samo ciało może się poruszać z różną szybkością, a może też trwać w bezruchu. Nie tylko jego ruch, lecz także jego spoczynek mierzymy czasem”¹⁴⁶.

Bóg, który stworzył czas, jest sam w sobie bytem pozaczasowym (ponadczasowym) i stanowi, jako Stworzyciel, ontologiczne źródło czasu. „Ty [Boże] poprzedzasz czas, ale nie w czasie go poprzedzasz. [...] Ty na wyzynie zawsze obecnej wieczności jesteś przed wszelką przeszłością i po wszelkiej przyszłości. [...] Wszelki czas Ty uczyniłeś i jesteś przed wszelkim czasem, a czasu przed czasem nie było”¹⁴⁷. Z drugiej strony jednak, czas w poglądach św. Augustyna nie jest samoistnym bytem, jak to ujmował Newton, ani też nie jest czas przypadłością bytu, jak twierdził Arystoteles. Czas nie jest też ani własnością rzeczy, ani atrybutem materii, ani nawet relacją pomiędzy bytami materialnymi (Leibniz). Według św. Augustyna czas dzieli się na teraźniejszość, przeszłość i przyszłość. W swoich *Wyznaniach* Biskup Hippony zaczyna zastanawiać się nad tym, w jaki sposób istnieją przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. Poszukując odpowiedzi na to pytanie, zaczyna św. Augustyn powątpiewać w ich istnienie. Przeszłości już nie ma, przyszłości jeszcze nie ma, a teraźniejszość jest teraźniejszością tylko dlatego, że jest przechodzeniem w przeszłość tego, czego w zasadzie nie można uchwycić¹⁴⁸. Dlatego też realność czasu staje się problematyczna. Niemniej przytacza św. Augustyn przykłady z Biblii, między innymi przykład proroków, którzy przepowiadali przyszłość. Z kolei przeszłość jest przechowywana i od czasu do czasu przywoływana w przekazach historycznych. Dla św. Augustyna zaś nie można postrzegać tego, czego nie ma. A więc jednak czas, przynajmniej w

146 Tamże, s. 275–276.

147 Tamże, s. 265–266.

148 „Tylko taką chwilę (jeśli w ogóle można ją sobie wyobrazić), której już się nie da podzielić na jakiegokolwiek, choćby najmniejsze części, można by słusznie nazwać czasem teraźniejszym. Taka zaś chwila tak szybko z przyszłości przelatuje do przeszłości, że nie sposób jej przypisać jakiegokolwiek trwania. Jeśli się jej nadaje rozciągłość, to od razu chwila ta rozpada się na przeszłość i przyszłość. Będąc zaś teraźniejszą, nie ma żadnej rozciągłości”, tamże, s. 268.

jakiś sposób, istnieć musi¹⁴⁹. Św. Augustyn w swoich rozważaniach dochodzi w końcu do stwierdzenia, że zarówno przeszłość, teraźniejszość i przyszłość są w swoim istnieniu jakoś powiązane z umysłem. Dziedziny czasu istnieją w umyśle. To umysł i jego konkretne akty są swoistym uniwersum czasu¹⁵⁰. Według Hanny Buczyńskiej-Garewicz dla św. Augustyna: „Czas istnieje w duszy, to dzięki niej i jej aktom jest przemijanie, czyli teraźniejszość goniona przyszłością i ginąca w przeszłości. [...] Czas jest możliwy, gdyż w umyśle istnieją trzy zdolności: oczekiwanie, uwaga i pamięć”¹⁵¹. Teraźniejszość jest związana ze świadomością konkretnych stanów umysłu i ich przemijania, to znaczy ze zmianą owych stanów. Chodzi o to, że jedne stany umysłu przechodzą w inne, a my mamy tego świadomość, to jest możemy skupić na nich naszą uwagę. Przeszłość zaś jest ufundowana na naszej pamięci, w której zachowujemy nasze poprzednie stany umysłu, ale na sposób odmienny, niż się to odbywa w teraźniejszości. Jednak w momencie przywołania danego wspomnienia staje przed nami jego obraz, a my oglądamy je w ten sam sposób, w jaki oglądamy teraźniejszość¹⁵². Natomiast przyszłość zamyka się w oczekiwaniu na nadejście kolejnych stanów naszego umysłu.

Na koniec prezentacji poglądów św. Augustyna należy podkreślić, że dla Autora *Wyznań* mierzenie czasu odbywa się na płaszczyźnie umysłu. Czas jest rozciągłością umysłu. „W tobie, umyśle mój, mierzę czas. [...] Wrażenie, jakie mijające rzeczy na tobie wywierają, pozostaje w tobie, gdy one przeminięły. To wrażenie, jako obecne, mierzę, a nie owe rzeczy, dzięki których przeminięciu ono powstało. To wrażenie mierzę, kiedy mierzę czas”¹⁵³. Widać z powyższego, że dla św. Augustyna mierzenie czasu jest silnie związane z jego doświadczaniem. Kiedy doświadczamy przemijania, wtedy też możemy mierzyć czas. Podmiot poznający jest tym, co pozwala ująć czas, poznać

¹⁴⁹ „Prorocy, którzy przyszłość zapowiadali, gdzieżby te przyszłe rzeczy widzieli, jeśli ich jeszcze nie było? Przecież nie można zobaczyć tego, czego nie ma. Także opowiadacze przeszłości nie mogliby prawdy głosić, gdyby umysłem nie dostrzegali rzeczy minionych. Gdyby zaś te rzeczy nie istniały, w żaden sposób nie można by ich dostrzec. A więc i przyszłość, i przeszłość istnieje”, tamże, s. 269.

¹⁵⁰ Zob. tamże, s. 271.

¹⁵¹ H. Buczyńska-Garewicz, *Metafizyczne rozważania o czasie. Idea czasu w filozofii i literaturze*, dz. cyt., s. 19–20.

¹⁵² „Na przykład moje dzieciństwo, którego już nie ma, spoczywa w czasie przeszłym, który już też nie istnieje. Ale obraz dzieciństwa, kiedy go przywołuję i opisuję, oglądam w czasie teraźniejszym, gdyż obraz ten jest nadal w mojej pamięci obecny”, Św. Augustyn, dz. cyt., s. 270.

¹⁵³ Tamże, s. 279.

go i zrozumieć. Chociaż rzeczywistości czasu, według św. Augustyna, i tak nie daje się odkryć w pełni. Można odnieść wrażenie, że Biskup Hippony jest na rozdrożu. Dzieje się tak, gdyż z jednej strony nie może on zaprzeczyć temu, że czas istnieje. Z drugiej strony zaś nie widzi go nigdzie poza umysłem człowieka. Czy jednak jest on czymś więcej niż tylko tworem ludzkiego umysłu? Pozytywna odpowiedź na to pytanie utrzymuje realizm ujmowania czasu, zaś negatywna odpowiedź prowadzi na teren arealizmu.

1.4 AREALISTYCZNE KONCEPCJE CZASU

Negowanie realnego istnienia czasu odbywa się stopniowo. Gdy weźmie się pod uwagę umiarkowaną wersję arealizmu, to, z jednej strony, poprzez zanegowanie możliwości poznania rzeczy samych w sobie, a z drugiej strony – poprzez zmianę perspektywy epistemologicznej, dochodzi się do zupełnie nowych wniosków dotyczących czasu. Za reprezentatywne dla umiarkowanego arealizmu można uznać poglądy Immanuela Kanta, osiemnastowiecznego filozofa i zarazem autora swoistego przełomu w sposobie filozofowania. Konsekwencją tego była zupełnie nowa teoria poznania. Powstał też oryginalny system filozoficzny. System, który miał zapewnić wiedzę pewną, lecz owa wiedza została drastycznie ograniczona do samego tylko doświadczenia¹⁵⁴. Kant z założenia odrzucił bowiem możliwość poznania rzeczy samej w sobie. W *Krytyce czystego rozumu* można znaleźć następujące stwierdzenie: „Własności przysługujące rzeczom samym w sobie nie mogą też być nam nigdy dane przez zmysły”¹⁵⁵. Można poznawać jedynie zjawiska oraz wszystko to, co wchodzi w skład wszelkiego możliwego doświadczenia. Tylko w obrębie doświadczenia zjawiska dostarczają wiedzy pewnej. Jeżeli zaś próbuje się w poznaniu wyjść poza zjawiska, poza dziedzinę doświadczenia, wtedy takie działanie stanowić będzie tak zwany pozór metafizyczny, czyli skłonność do uznawania zjawisk za rzeczy same w sobie¹⁵⁶. Poglądy Kanta dotyczące czasu rozpoczynają prezentację arealistycznych koncepcji czasu.

Nie można mówić o czasie w filozofii Kanta bez choćby skrótowego odniesienia się do jego koncepcji filozoficznej¹⁵⁷. Autor *Krytyki czystego rozumu* poszukiwał odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób na podstawie przedstawień, bo dane są nam tylko przedstawienia, możemy orzekać cokolwiek

¹⁵⁴ Owo ograniczenie było dziedzictwem pozostawionym przez Hume’a.

¹⁵⁵ I. Kant, *Krytyka czystego rozumu*, t. 1, tłum. R. Ingarden, Warszawa: PWN, 1957, s. 114.

¹⁵⁶ Zob. tamże, s. 46–47.

¹⁵⁷ Por. S. Mazierski, dz. cyt., s. 155.

o rzeczach? To znaczy, jak możliwe jest przejście od przedstawień do rzeczy, a tym samym, w jaki sposób jest możliwe przejście od podmiotu do przedmiotu? Czy istnieją takie przedstawienia, które można odnieść do przedmiotów, czyli do rzeczy samych w sobie? Kant analizuje to oczywiście w kontekście poznania, które wydaje się być zależne od doświadczenia. „[Wszelkie] nasze poznanie zaczyna się wraz z doświadczeniem [...]. Cóż by bowiem innego mogło władzę poznania obudzić do działania, gdyby tego nie sprawiły przedmioty, które poruszają nasze zmysły i po części same z siebie wywołują przedstawienia, po części wprawiają w ruch działalność naszego intelektu (polegającą na) porównywaniu ze sobą przedstawień, łączeniu ich lub rozdzielaniu i przerabianiu w ten sposób surowego materiału wrażeń zmysłowych w poznanie przedmiotów nazywane doświadczeniem? [...] żadne poznanie nie wyprzedza w nas doświadczenia i wszelkie się z nim rozpoczyna”¹⁵⁸.

Kant rozważa zagadnienie, czy może istnieć poznanie niezależne od doświadczenia, czyli czy możliwe jest poznanie *a priori*. Chodzi o poznanie, które będzie zupełnie wolne od elementów empirycznych¹⁵⁹. Wytworem każdego poznania, nie tylko poznania *a priori*, jest sąd. Budując po kolei swój system, Kant wprowadził rozróżnienie na sądy *a priori* oraz sądy *a posteriori*¹⁶⁰. Kolejnym rozróżnieniem był podział na sądy analityczne i syntetyczne¹⁶¹. W wyniku tych dwóch podziałów Kant wyróżnił trzy rodzaje sądów: analityczne *a priori*, syntetyczne *a posteriori* oraz sądy syntetyczne *a priori*. Ten ostatni rodzaj sądów interesował Autora *Krytyki czystego rozumu* najbardziej, gdyż to właśnie te sądy miały dostarczać wiedzy pewnej i powszechnej, a jednocześnie poszerzać ją o treści, których nie znajduje się w pojęciu tego, co się poznaje. Władysław Tatarkiewicz wskazuje, że w systemie Kanta: „Właśnie te sądy stanowią jądro wiedzy”¹⁶². Czy tego typu sądy w ogóle mogą istnieć? Oczywiście że istnieją – odpowiada Kant – występują w tak zwanej „czystej matematyce” oraz w „czystym przyrodoznawstwie”¹⁶³.

W uzasadnieniu możliwości istnienia tego typu sądów pojawia się odniesienie do tego, w jaki sposób przebiega samo poznanie, a w szczególności – w jaki sposób przebiega poznanie, którego wynikiem są sądy syntetyczne

158 I. Kant, *Krytyka czystego rozumu*, dz. cyt., s. 59–60.

159 Zob. tamże, s. 62–65.

160 Zob. tamże, s. 65–69.

161 Zob. tamże, s. 70–74.

162 W. Tatarkiewicz, *Historia filozofii*, t. 2, dz. cyt., s. 166.

163 Zob. I. Kant, *Krytyka czystego rozumu*, dz. cyt., s. 75–79.

a priori. Przedmiot poznania jest konstytuowany przez dwa elementy: podmiotowy oraz przedmiotowy. Elementem podmiotowym, i tym samym elementem subiektywnym, są aprioryczne kategorie, tzw. formy poznawcze. Elementem przedmiotowym zaś są nieuporządkowane wrażenia, powstające w wyniku oddziaływania na nasze zmysły bodźców zewnętrznych. Kant przedstawia to w następujący sposób: „To, co w zjawisku odpowiada wrażeniu, nazywam jego materią. To natomiast, co sprawia, iż to, co różnorodne w zjawisku, może być uporządkowane wedle pewnych stosunków, nazywamy formą zjawiska”¹⁶⁴. Formy te niejako tkwią w umyśle, w swym pochodzeniu zaś są w całości *a priori*. Dzielą się one na formy zmysłowe i formy umysłowe. W dziele zatytułowanym *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka* Kant określa formy naoczności zmysłowej jako niezbędne do tego, aby móc poznawać, percypować dane płynące od zmysłów. „Tak więc tylko forma zmysłowej naoczności umożliwia aprioryczne oglądanie rzeczy, przez co jednak przedmioty poznajemy tylko takimi, jakimi mogą one się nam (naszym zmysłom) jawić”¹⁶⁵.

W procesie poznawczym formy te są nakładane na płynące od zmysłów jednostkowe wrażenia. Porządkując owe wrażenia, razem z nimi tworzą zjawiska, które są przedmiotem poznania. Mazierski, omawiając kantowską teorię czasu, w następujących słowach opisuje sposób, w jaki powstają zjawiska: „W konsekwencji takiego działania [czyli nakładania form poznawczych na dane płynące ze zmysłów] doznajemy wrażeń, które wtłoczone w ramy kategorii podmiotowych stają się przedmiotem poznania, czyli zjawiskiem”¹⁶⁶. Kant wymienia zaś dwie podstawowe formy naoczności zmysłowej. Są nimi przestrzeń i czas. „Jeżeli z naoczności ciał i ich zmian (ruch) usunie się wszystko, co empiryczne, a mianowicie to, co należy do wrażenia, to pozostanie jeszcze przestrzeń i czas”¹⁶⁷.

Czas jest warunkiem koniecznym postrzegania zjawisk. Ujęcie równoczesności zjawisk lub też ich następstwa zawdzięczamy właśnie formie apriorycznej czasu. Dla poznania danych naocznych konieczne jest posiadanie wyobrażenia czasu. To wyobrażenie czasu nie jest pojęciem ogólnym, przez którego analizę można by wskazać na jego właściwości. Twierdzenia

¹⁶⁴ Tamże, s. 95.

¹⁶⁵ I. Kant, *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, dz. cyt., s. 37.

¹⁶⁶ S. Mazierski, dz. cyt., s. 155.

¹⁶⁷ I. Kant, *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, dz. cyt., s. 37; zob. też: I. Kant, *Krytyka czystego rozumu*, dz. cyt., s. 97.

mówiące o tym, że czas posiada jeden wymiar oraz że różne czasy nie są równocześnie, lecz po sobie, czy też, że różne czasy są częściami jednego czasu, czy wreszcie twierdzenie o tym, że czas jest nieograniczony i nieskończony, wynikają z pierwotnej naoczności wyobrażenia czasu¹⁶⁸. W odniesieniu zaś do pojęć zmiany oraz do pojęcia ruchu, a w zasadzie do możliwości zachodzenia zmian oraz możliwości występowania ruchu, Kant wyraźnie stwierdza, że tylko czas jako poznawcza forma aprioryczna umożliwia obydwie wymienione wyżej „rzeczy”. Dzieje się tak dlatego, że bez czasu pojęcia „zmiany” oraz „ruchu” są czymś, co zawiera sprzeczności, a zatem bez czasu są one czymś niedorzecznym. Na przykład ruch w przestrzeni, czyli zmiana miejsca, powoduje, że dana rzecz jest w jednym miejscu, a zarazem nie jest w tym miejscu, bo jest w innym miejscu, co samo w sobie jest sprzecznością. Ale przestaje nią być, gdy owe zdania umieścimy w czasie, tzn. jedno po drugim. Wtedy sprzeczność znika, a jest to możliwe tylko dzięki czasowi jako apriorycznej formie naoczności¹⁶⁹.

Z powyższych twierdzeń dotyczących czasu Autor *Krytyki czystego rozumu* wnioskuje na temat statusu ontologicznego czasu. Po pierwsze, nie jest on rzeczą, której by przysługiwała jakakolwiek realność rzeczy samych w sobie, ani też nie jest własnością takiej rzeczy. Jest on tylko podmiotowym warunkiem, pod jakim mogą odbywać się naoczne oglądy wrażeń jako zjawisk. Po drugie, czas, będąc formą zmysłu wewnętrznego, a więc czymś apriorycznym, przynależy do podmiotu poznającego. Jest on formalnym warunkiem *a priori* wszystkich możliwych doświadczeń, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych¹⁷⁰. Kant stwierdza: „[...] ponieważ wszystkie przedstawienia, bez względu na to, czy za przedmiot mają rzeczy zewnętrzne, czy nie, należą mimo to same w sobie, jako określenia umysłu, do stanu wewnętrznego, ten zaś stan wewnętrzny podlega formalnemu warunkowi wewnętrznej naoczności, a więc czasowi, przeto czas jest warunkiem *a priori* wszelkich zjawisk w ogóle, a mianowicie bezpośrednim warunkiem zjawisk wewnętrznych (naszej duszy) i właśnie przez to pośrednio także zjawisk zewnętrznych”¹⁷¹. Po trzecie zaś, czas jako warunek podmiotowy naszej naoczności funkcjonuje tylko wtedy, gdy działają na nas bodźce. Dodatkowo

¹⁶⁸ Zob. tamże, s. 108–109.

¹⁶⁹ Zob. tamże, s. 110.

¹⁷⁰ Przy czym nie może określać przedmiotowo zjawisk zewnętrznych, a jedynie stany wewnętrzne, gdyż jako taki jest tylko formą zmysłu wewnętrznego, to znaczy formą oglądania samego podmiotu poznającego oraz jego wnętrza; zob. tamże, s. 111.

¹⁷¹ Tamże, s. 112.

też przysługuje czasowi realna, czyli przedmiotowa, ważność, gdyż odnosi się on do rzeczy, które są dane zmysłom podmiotu poznającego. Oczywiście przysługuje mu ona tylko na tyle, na ile jest on w łączności z podmiotem poznającym. Z powyższego wynika właśnie, określony jako arealizm umiarkowany, status ontyczny czasu, który Kant określił jako transcendentálną idealność czasu¹⁷². Takie rozumienie czasu zdecydowanie jest mniej radykalne niż postawa skrajna, która będzie omówiona w dalszej części tego podrozdziału. Arealistyczne jest twierdzenie, że czas, wzięty sam w sobie, jest niczym¹⁷³. Natomiast Kant nie odrzuca istnienia rzeczywistości samej w sobie. Neguje jedynie możliwość poznawczego dostępu do rzeczy samych w sobie. Zawiesza możliwość orzekania o rzeczach samych w sobie, lecz nigdy, co sam przyznaje, nie powątpiewał o egzystencji rzeczy: „rzeczom, które przedstawiamy sobie dzięki zmysłom, pozostawiam ich rzeczywistość, a tylko naszą zmysłową naoczność tych rzeczy ograniczam w ten sposób, że pod żadnym względem, nawet w czystych naocznościach przestrzeni i czasu, nie przedstawia ona niczego więcej, jak tylko zjawisko owych rzeczy, nigdy zaś własności tychże rzeczy samych w sobie [...] nie są [tymi] rzeczami”¹⁷⁴. Natomiast tym się różni stanowisko Kanta od realizmu, że czasu nie można potraktować jako czegoś, co by istniało realnie poza podmiotem poznającym, np. jako jakaś własność, czy też fragment rzeczy poznawanej, bo taka rzecz, według Kanta, nie może zostać poznana, a właściwie poznanie takiej rzeczy ograniczone jest tylko do zjawisk wywoływanych przez bodźce płynące z kontaktu tych niepoznawalnych rzeczy samych w sobie z podmiotem poznającym.

Ostatnim stanowiskiem omawianym w ramach niniejszego podrozdziału będzie skrajny arealizm. Jest to stanowisko, które neguje realne istnienie czasu. Nie można w realnym świecie wskazać czegokolwiek, co mogłoby być czasem. Co więcej, negacja czasu w skrajnym arealizmie jest – o ile można użyć takiego określenia – absolutna. Bardzo często w ramach skrajnego arealizmu wręcz „nicuje się” czas¹⁷⁵. W przedstawionym wyżej arealizmie umiarkowanym czas pozostał ważną częścią procesu poznawczego. Tu zaś

¹⁷² Zob. tamże, s. 114.

¹⁷³ Por. S. Mazierski, dz. cyt., s. 156–157.

¹⁷⁴ I. Kant, *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, dz. cyt., s. 47.

¹⁷⁵ Analogicznie było w przypadku skrajnego realizmu w ujmowaniu czasu, w którym realność czasu była absolutna, to jest niczym nie uwarunkowana. Czas był absolutnie czymś. W ramach skrajnego arealizmu zaś czas wydaje się być „absolutnie niczym”.

czas staje się zupełnie zbędny. Bywa traktowany jako swego rodzaju artefakt występujący w ludzkim poznaniu i myśleniu. Tak naprawdę zaś czas, według arealizmu skrajnego, do niczego nam nie jest potrzebny. Co więcej, w zaprezentowanej poniżej, jako przykład arealizmu skrajnego, koncepcji filozoficznej J. M. E. McTaggarta wypowiedzi odnoszące się bezpośrednio do czasu są uwikłane w sprzeczność. Swoje poglądy na temat nierealności czasu McTaggart¹⁷⁶ przedstawił w artykule *The Unreality of Time*¹⁷⁷ z 1908 roku oraz w dwutomowym dziele (drugi tom, który zawiera rozdziały poświęcone zagadnieniu czasu, opublikowano już po śmierci filozofa) *The Nature of Existence*¹⁷⁸.

Na początku warto przynajmniej wspomnieć o ogólnej koncepcji rzeczywistości, jaką prezentował McTaggart. Co prawda, w większości analiz dotyczących koncepcji nierealności czasu zaproponowanej przez McTaggarta raczej abstrahuje się od jego koncepcji metafizycznych, to jednak sposób ujęcia zagadnienia czasu, czasowości i związane z tym rozróżnienia pojęciowe dokonane przez niego weszły na stałe do dyskursu współczesnej filozofii¹⁷⁹. Zwłaszcza filozofowie analityczni przyjęli rozróżnienia pojęciowe autora *The Nature of Existence*, ale prowadzone przez nich rozważania zostały przeniesione z płaszczyzny rzeczywistości na płaszczyznę języka¹⁸⁰. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że obecnie niezbyt poważnie traktuje się argumenty McTaggarta przemawiające na rzecz nierealności czasu. Gołosz stwierdza wręcz, że nie zna współcześnie żadnego filozofa, który w całości akceptowałby argumentację McTaggarta. Uczestnicy sporów

¹⁷⁶ McTaggart był angielskim filozofem idealistycznym, który żył w drugiej połowie dziewiętnastego i na początku dwudziestego wieku (1866–1925).

¹⁷⁷ J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, „Mind – New Series” 17(1908), z. 68, 457–474.

¹⁷⁸ J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, t. 2, red. C. D. Broad, Nowy Jork–Toronto–Bombaj–Kalkuta–Tokio: Cambridge University Press, 1927. W języku polskim ukazały się fragmenty rozdziału XXXIII *Time* części V *Present experience and absolute reality* w tłumaczeniu Michała Tempczyka; zob. J. M. E. McTaggart, *Nierealność czasu*, tłum. M. Tempczyk, w: *Ontologia. Antologia tekstów filozoficznych*, red. M. Hempoliński, Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1994, s. 362–368.

¹⁷⁹ Dla teoretyków podejmujących refleksję nad czasem koncepcja McTaggarta stała się klasycznym punktem odniesienia; zob. M. Łagosz, dz. cyt., s. 300.

¹⁸⁰ Zob. P. Turetzky, dz. cyt., s. 121. W takim przypadku analizę problemu czasu rozpoczyna się od analiz wypowiedzi na temat czasu. Stawia się pytania dotyczące czasów gramatycznych i tego, czy owe czasy odpowiadają strukturze metafizycznej świata; por. J. Gołosz, *Upływ czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 71.

dotyczących czasu wybierają fragmenty argumentacji tego angielskiego filozofa i na ich podstawie, oczywiście często uzupełniając argumentację o dodatkowe racje, próbują bronić swoich poglądów. Jako przykład wykorzystania argumentów, których użył McTaggart we współcześnie prowadzonym sporze o czas, w szczególności o to, czy czas płynie, czy też czas jest czymś statycznym, może posłużyć spór pomiędzy prezentyzmem a eternalizmem, o którym to sporze była już mowa w jednym z poprzednich podrozdziałów. Podsumowując, można stwierdzić, że poglądy autora *The Unreality of Time* wciąż wzbudzają ogromne zainteresowanie¹⁸¹.

W związku z powyższym warto, przynajmniej w zarysie, przedstawić poglądy metafizyczne autora *The Nature of Existence*. W swoim głównym dziele McTaggart prezentuje swoistą odmianę heglizmu. Rzeczywistość ma naturę duchową. Podstawowymi składnikami rzeczywistości, czyli tym, co istnieje realnie, są jaźnie (*selves*). Oprócz nich istnieją również treści tychże świadomości (*perceptions*). Innymi słowy, istnieją tylko indywidualne umysły i treści ich myśli¹⁸². Owe jaźnie są również tym, co należy uznać za podmioty poznające (*percipients*). Jednocześnie McTaggart odróżnia to, co poznaje, od tego, co jest poznawane¹⁸³. To, co powszechnie uważa się za świat realnie istniejący, czyli obiekty materialne istniejące w przestrzeni i czasie, nie są czymś realnym. Twierdzenie o istnieniu świata materialnego ma być błędnym wnioskiem wypływającym z fałszywego, zdaniem McTaggarta, przekonania o obiektywnym istnieniu tego, co składa się na treści naszych myśli. Najbardziej trudne do zaakceptowania dla nas ma być twierdzenie o nierealności czasu. Człowiek bowiem w swojej jaźni, czyli w swoim umyśle, styka się z różnymi doznaniem. Niektóre z nich nie są ani materialne, ani tym bardziej przestrzenne. Przykładem takich doznań mogą być

¹⁸¹ Por. tamże, s. 81. Gołosz stwierdza wręcz: „Trudno byłoby chyba znaleźć w literaturze filozoficznej drugą argumentację, która wzbudzałaby tak duże zainteresowanie i skłaniałaby jednocześnie do tak rozbieżnych ocen”. W większości współczesnych filozoficznych (i nie tylko) publikacji na temat czasu koncepcja nierealności czasu McTaggarta ma swoje stałe miejsce. Przykładem może być: F. Weinert, *The March of Time. Evolving Conceptions of Time in the Light of Scientific Discoveries*, Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag, 2013, s. 97–98, 141, 159, gdzie poglądy McTaggarta są umieszczone obok poglądów św. Augustyna i Kanta, a także pojawiają się one w rozdziałach poświęconych blokowej koncepcji czasu.

¹⁸² Por. E. Thomas, *John McTaggart Ellis McTaggart*, w: *Internet Encyclopedia of Philosophy (IEP)*, <http://www.iep.utm.edu/mctaggart/> (dostęp: 16.12.2016): „This personal idealism holds that the universe is composed solely of minds and their perceptions, bound into a tight unity by love”.

¹⁸³ Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 112–125.

doświadczane przez człowieka i będące wynikiem introspekcji wewnętrzne stany świadomości. Jednakże każde doświadczenie, nawet to pochodzące z introspekcji, jawi się jako czasowe. McTaggart stwierdza, że: „Nawet nasze sądy, że czas jest nierealny, zdają się same tkwić w czasie”¹⁸⁴. Jak to więc jest z tą nierealnością czasu? Dlaczego, pomimo tego, że czasowość tkwi w naszej świadomości, to jest ona tylko iluzją? Dlaczego to, co istnieje, nie może być czasowe i dlaczego pociąga to za sobą nierealność czasu?¹⁸⁵

Aby dojść do nierealności czasu, należy najpierw wyjaśnić to, w jaki sposób zdarzenia mogą być umiejscowione (ułożone) w czasie i co też jawi się człowiekowi w treści jego postrzeżeń (*perceptions*). Odpowiedź na powyższe pytanie przybliży, z kolei, do odpowiedzi na pytanie dotyczące tego, co jest dla czasu konstytutywne. McTaggart, poszukując warunków realności czasu, analizuje początkowo te dwa problemy¹⁸⁶. Autor *The Unreality of Time* wprowadza dwa fundamentalne rozróżnienia. Mówi on o uporządkowaniu zdarzeń według relacji „wcześniej niż” lub analogicznie według relacji „później niż”. Relacje te muszą być asymetryczne i przechodnie. Dane położenie M będzie wcześniejsze (względnie późniejsze) niż położenie N i będzie ono takie zawsze, gdyż relacja „wcześniej niż” (względnie „później niż”) jest stała i to, co raz zostało poprawnie określone jako wcześniejsze (względnie późniejsze) od czegoś innego, pozostaje takim zawsze. Tego typu serię położeń w czasie McTaggart określa jako serię B. Głównymi cechami serii B są stałość i niezmiennosc. „Jeśli N jest zawsze wcześniejsze od O i późniejsze od M, będzie i było zawsze wcześniejsze od O i późniejsze od M, ponieważ relacja bycia wcześniejszym i późniejszym jest stała”¹⁸⁷. Drugi, z kolei, rodzaj położeń w czasie zwany jest serią A. W ramach serii A mówi się, że M jest przeszłe lub teraźniejsze, lub też przyszłe. A w zasadzie zdarzenie M, które jest teraźniejsze, było przyszłe, a będzie przeszłe¹⁸⁸. Komentatorzy często doprecyzowują słowa McTaggarta. W przypadku serii A mówi się o A-własnościach¹⁸⁹, które decydują o istnieniu serii A (za równoważne uznaje się mówienie o A- i B-ciągach), zaś w przypadku serii

184 J. M. E. McTaggart, *Nierealność czasu*, dz. cyt., s. 362.

185 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 9.

186 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 458.

187 J. M. E. McTaggart, *Nierealność czasu*, dz. cyt., s. 364.

188 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 10.

189 McTaggart terminy „przeszły”, „teraźniejszy” i „przyszły” w stosunku do danego zdarzenia określał mianem *determinations*; zob. J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 461.

B mówi się o B-relacjach, które ją wyznaczają¹⁹⁰. Główną cechą serii A jest zmienność. Seria A „biegnie od przeszłości dalekiej przez bliską ku teraźniejszości, a potem przez teraźniejszość i przyszłość bliską ku dalekiej, albo też przebiega odwrotnie”¹⁹¹. McTaggart nie wprowadza ścisłych definicji terminów „przeszły”, „teraźniejszy” i „przyszły”, lecz traktuje je jako pojęcia pierwotne i wskazuje jedynie na konkretne przykłady tego, co teraźniejsze, przeszłe i przyszłe¹⁹². Postrzegamy w poznaniu tylko zdarzenia teraźniejsze. Natomiast dzięki pamięci i wnioskowaniu traktujemy zdarzenia bądź jako przeszłe, bądź jako przyszłe. W ten sposób zdarzenia obserwowane przez człowieka tworzą serię A. Seria B zaś wydaje się być z kolei wynikiem tylko i wyłącznie wnioskowania, gdzie porównujemy treści pamiętane z tym, co postrzegamy jako teraźniejsze i stwierdzamy, że coś było wcześniejsze niż teraźniejszy moment, albo też, że dwa zapamiętane zdarzenia były względem siebie tak ułożone, że jedno było późniejsze niż drugie¹⁹³.

Z powyższych twierdzeń McTaggart wyprowadza wniosek, że serie A są uprzednie w stosunku do serii B. Z drugiej strony zaś autor *The Unreality of Time* przyznaje, że serie B są czymś stałym i niezmiennym, a przez to czymś bardziej obiektywnym niż serie A. Pojawia się zatem pytanie, która z serii będzie podstawą czasu? Czy fundamentem czasu będzie stabilna i niezmienna seria B, czyli uporządkowanie według relacji „wcześniej niż” (względnie „później niż”), czy też może będzie to zmienny i tym samym niestabilny pochod zdarzeń od przyszłości, poprzez teraźniejszość, ku przeszłości, który opisuje się poprzez serię A? Aby dokonać wyboru niezbędne było dla McTaggarta wprowadzenie jeszcze jednego założenia dotyczącego

190 Por. J. Gołosz, *Uptyw czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 72, 80.

191 J. M. E. McTaggart, *Nierealność czasu*, dz. cyt., s. 363.

192 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 463. „We cannot explain what is meant by past, present and future. We can, to some extent, describe them, but they cannot be defined. We can only show their meaning by examples. »Your breakfast this morning«, we can say to an inquirer, »is past«; »this conversation is present«; »your dinner this evening is future«. We can do no more”. W tym również dostrzega McTaggart pierwszą trudność związaną z akceptacją serii A. Chodzi dokładnie o to, że próbując określić A-własności (*A determinations*) jako cechy lub też relacje pewnych *realities*, dochodzi się do stwierdzenia, że A-własności zarówno jako cechy, jak i jako relacje powinny odnosić się do czegoś, co jest poza nimi samymi. A to budzi wątpliwości, czy zmiana, będąca konstytutywną dla czasu (o czym będzie mowa za chwilę), jest możliwa poza A-własnościami. Niemniej McTaggart zostawia tę sprawę bez wyjaśnienia, gdyż uważa, że istnieją dużo poważniejsze trudności w zakresie istnienia serii A jako takiej; zob. tamże, s. 468.

193 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 11.

czasu. Chodzi mianowicie o uznanie, że czas jest nierozzerwalnie związany ze zmianą. Przy czym założenie to traktował autor *The Unreality of Time* za coś oczywistego, z czym większość powinna się zgodzić¹⁹⁴. Świat, w którym nie byłoby zmiany, byłby światem bezczasowym. Należy więc uzgodnić zmianę z odpowiednim uporządkowaniem (serią A lub B) i w efekcie tego uzyska się odpowiedź na pytanie, która z serii (A czy B) jest konstytutywna dla czasu. McTaggart wykluczył możliwość istnienia zmiany we wszechświecie, w którym obowiązywałaby wyłącznie seria B. Dane zdarzenie może zmieniać się tylko w takim znaczeniu, że zmianie ulegną jego A-własności: dane zdarzenie było najpierw przyszłe, potem stało się teraźniejsze, a następnie odeszło w przeszłość¹⁹⁵. Tylko istnienie serii A gwarantuje istnienie zmiany, która jest nierozzerwalnie związana z istnieniem czasu. A zatem konstytutywna dla czasu jest seria A. Co więcej, McTaggart stwierdza również, że istnienie serii B jest uzależnione od istnienia serii A¹⁹⁶. Powyższe twierdzenie wynika z tego, że serie B są również seriami czasowymi¹⁹⁷, ale same nie gwarantują

194 Zob. tamże; J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 459. Przy czym warto zwrócić uwagę na to, że nie wszyscy filozofowie aż tak ściśle wiązali czas ze zmianą; por. M. Łągosz, dz. cyt., s. 301.

195 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 13. Autor prezentuje taki oto przykład: „Take any event the death of Queen Anne, for example and consider what changes can take place in its characteristics. That it is a death, that it is the death of Anne Stuart, that it has such causes, that it has such effects every characteristic of this sort never changes. »Before the stars saw one another plain«, the event in question was the death of a Queen. At the last moment of time if time has a last moment it will still be the death of a Queen. And in every respect but one, it is equally devoid of change. But in one respect it does change. It was once an event in the far future. It became every moment an event in the nearer future. At last it was present. Then it became past, and will always remain past, though every moment it becomes further and further past”.

196 W swoich rozważaniach podważa argumenty wysuwane przez Bertranda Russella, dotyczące możliwości ufundowania czasu, zmiany itd. tylko na B-seriach. Natomiast obaj filozofowie zgadzają się z twierdzeniem, że A-serie można usunąć; zob. tamże, s. 16.

197 Wydaje się chyba oczywiste, że nie da się uporządkować zdarzeń według relacji „wcześniej niż” lub „później niż”, jeżeli nie przyjmie się istnienia czasowości. McTaggart mówi również o tak zwanych seriach C, których uporządkowanie nie ma związku z jakąkolwiek zmianą, a co za tym idzie z jakimkolwiek czasem. „But this other series – let us call it the C series – is not temporal, for it involves no change, but only an order”, J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 461–462. Owe serie C są stałymi relacjami pomiędzy tymi bytami, które po dodaniu A-własności stają się zdarzeniami. W kontekście tych twierdzeń, przy jednoczesnym negowaniu – przez McTaggarta – istnienia czasu, owe serie C są tym, co Łągosz przyrównuje do kantowskiej „rzeczy samej w sobie”, chociaż chyba

zmiany, która jest konstytutywna dla czasu, a więc istnienie serii B wymaga istnienia serii A.

Widać od razu, na podstawie dotychczasowych twierdzeń McTaggarta, jak ważną rolę odgrywa seria A. Jest ona czynnikiem konstytuującym czas (*essential to time*), bez czego nie można mówić ani o jego istnieniu, ani o jego realności. Co więcej, seria A wydaje się być konstytutywna również dla samego pojęcia „czasu” i pojęcia „czasowości”¹⁹⁸. Dlatego też zadanie udowodnienia nierealności czasu wymaga wykazania nierealności serii A¹⁹⁹. Autor *The Nature of Existence* próbuje dowieść, że w serii A pojawia się sprzeczność, która przekreśla możliwość realnego jej istnienia, a co za tym idzie, przekreśla możliwość realnego istnienia czasu²⁰⁰. McTaggart rozpoczyna od stwierdzenia, że określenia (*characteristics*) „przeszłość”, „teraźniejszość” i „przyszłość” wzajemnie się wykluczają. Każde zdarzenie może być przeszłe, teraźniejsze lub przyszłe, ale nie może być więcej niż jednym. Jedyna zmiana, jaka może zachodzić, zachodzi od przyszłości, przez teraźniejszość ku przeszłości. Ale, jak zauważa McTaggart, określenia (*characteristics*) opisujące serię A przypisywane są każdemu zdarzeniu wszystkie naraz. Jedno i to samo zdarzenie, jeżeli jest przeszłe, to było kiedyś teraźniejsze i przyszłe. Jeżeli zaś dane zdarzenie jest przyszłe, to będzie teraźniejsze i przeszłe. Jeżeli zaś dane zdarzenie jest teraźniejsze, to było przyszłe i będzie przeszłe²⁰¹. A zatem pojawia się sprzeczność, bo po pierwsze, terminy „przeszły”, „teraźniejszy” oraz „przyszły” są ze sobą niezgodne, a po drugie, koliduje to z przebiegiem zmiany²⁰².

Od razu pojawia się wątpliwość, czy sprzeczność, którą ukazuje McTaggart, nie jest sprzecznością pozorną. Można próbować usunąć sprzeczność poprzez odwołanie się do kategorii gramatycznych języka, to

nie do końca można się zgodzić z taką tezą w kontekście całości metafizyki proponowanej przez autora *The Nature of Existence*; por. M. Łagosz, dz. cyt., s. 304.

¹⁹⁸ Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 18.

¹⁹⁹ „Po udowodnieniu, że nie może być czasu bez serii A, pozostaje udowodnić, że nie może istnieć żadna seria A, a wobec tego i czas nie istnieje”, J. M. E. McTaggart, *Nierealność czasu*, dz. cyt., s. 367.

²⁰⁰ „My main thesis is that the existence of any A series involves a contradiction”, J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 466.

²⁰¹ „If M is past, it has been present and future. If it is future, it will be present and past. If it is present, it has been future and will be past”, tamże, s. 468.

²⁰² „Thus all the three incompatible terms are predicable of each event, which is obviously inconsistent with their being incompatible, and inconsistent with their producing change”, tamże.

znaczy do form czasownikowych. W zdaniach typu: „zdarzenie M jest terazniejsze, było przyszłe, a będzie przeszłe” nie przypisuje się wszystkich określeń danemu zdarzeniu jednocześnie, lecz, co najwyżej, po kolei. Nie ma sprzeczności w tym, że każdy czas ma wszystkie te określenia po kolei²⁰³. Jednakże, według McTaggarta, takie rozwiązanie sprawy prowadzi do błędnego koła w rozumowaniu. Okazuje się, że dokładniejsza analiza wyrażen czasowych „było”, „jest” i „będzie” ponownie wprowadza wspomnianą wyżej sprzeczność. Wyrażenie „było” oznacza, że „coś było w pewnym momencie czasu przeszłego”, zaś wyrażenie „będzie” oznacza, że „coś ma być w pewnym momencie czasu przyszłego”. Z kolei wyrażenie „jest” oznacza – „coś jest w pewnym momencie czasu teraźniejszego”. Przykładowo: „to, że M jest przyszłe i będzie teraźniejsze, i przeszłe znaczy tyle, że M jest przyszłe w pewnej chwili czasu teraźniejszego, a teraźniejsze i przeszłe w różnych momentach czasu przyszłego. W tym przypadku M nie może być ani teraźniejsze, ani przeszłe w żadnym momencie czasu przeszłego. Lecz wszystkie momenty czasu przyszłego, w których M będzie teraźniejsze lub przeszłe, są także momentami czasu przeszłego”²⁰⁴. W jaki zaś sposób momenty czasu przeszłego były, teraźniejszego są, a przyszłego będą? Aby to wyjaśnić, znów należy odwołać się do określeń typu „przeszły”, „teraźniejszy” i „przyszły”, z którymi wiążą się podobne trudności i całe wyjaśnianie zatacza koło. Stwierdzenie, że pewien moment jest przyszły, a będzie teraźniejszy i przeszły, znaczy tyle, że rozważany moment jest przyszły w obecnym momencie i jednocześnie będzie ten moment teraźniejszy i przeszły w różnych momentach czasu przyszłego. Zakłada się istnienie czasu, aby wyjaśnić serię A, jednocześnie zaś zakłada się istnienie serii A w celu wyjaśnienia czasu. Co więcej, serię A stosuje się – zdaniem McTaggarta – w celu wyjaśnienia serii A²⁰⁵. Jednocześnie sprzeczność obejmuje już pierwszy zbiór. Uciekanie przed sprzecznością w błędne koło ma wskazywać, że pierwszy zbiór określeń również jest sprzeczny²⁰⁶. Ostatecznie więc należy uznać serię A za sprzeczną

203 Zob. J. M. E. McTaggart, *Nierealność czasu*, dz. cyt., s. 367.

204 Tamże, s. 368.

205 „For it assumes the existence of time in order to account for the way in which moments are past, present and future. Time then must be pre-supposed to account for the A series. But we have already seen that the A series has to be assumed in order to account for time. Accordingly the A series has to be pre-supposed in order to account for the A series. And this is clearly a vicious circle”, J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 468.

206 Zob. J. M. E. McTaggart, *The Nature of Existence*, dz. cyt., s. 22.

wewnętrznie. Tym samym zaś, aby nie pogrążyć się w sprzeczności, należy usunąć serię A. W konsekwencji również odrzucić należy zarówno serię B, jak i zmianę. Odrzucenie zaś zmiany pociąga za sobą odrzucenie czasu. Czas staje się czymś niemożliwym. Czas jako coś niemożliwego jest zarazem czymś nierealnym. Nic nie może być tak naprawdę ani przeszłe, ani teraźniejsze, ani przyszłe. Nic nie może być wcześniejsze ani późniejsze od czegoś innego. Jeżeli nawet człowiek postrzega czasowość, czy też coś postrzega jako czasowe, czy też postrzega coś jako istniejące w czasie, to jest to tylko błąd poznawczy. Tak naprawdę zaś, nic się nie zmienia i nic nie istnieje w czasie²⁰⁷.



Zaprezentowany katalog pytań o czas oraz typologia ujęć czasu ze względu na jego status ontyczny wyraźnie wskazują, że w filozofii pojęcie czasu jest pojęciem wieloznacznym. Rozumienie tego, czym czas jest lub czym może być, zależy od zajmowanego stanowiska w zakresie statusu ontycznego czasu, a także od aspektu, w jakim zamierza się prowadzić rozważania na jego temat. Dlatego też wypracowanie całościowej, jednolitej i ostatecznej koncepcji czasu w filozofii wydaje się zadaniem bardzo trudnym, o ile nie niemożliwym do zrealizowania. W kolejnym rozdziale czas zostanie przedstawiony w świetle nauk przyrodniczych. Nauki te w dwudziestym wieku silnie wpłynęły na rozumienie tego, czym jest czas. Czas przestał być wyłącznie kategorią filozoficzną, na której temat można prowadzić jedynie filozoficzne „spekulacje”, a stał się „przedmiotem” teoretycznych badań kosmologicznych²⁰⁸. Jednocześnie problemy, jakie pojawiły się w ramach tak zwanego standardowego modelu kosmologicznego, wraz z próbami ich rozwiązania, które same w sobie stanowią wyzwanie dla współczesnej fizyki teoretycznej, spowodowały pojawienie się nowych kłopotów z czasem. Owe problemy mogą być interesujące zwłaszcza z punktu widzenia filozofii przyrody.

²⁰⁷ Zob. J. M. E. McTaggart, *The Unreality of Time*, dz. cyt., s. 470.

²⁰⁸ Zob. S. Leciejewski, *Geneza czasu według kosmologii kwantowej*, w: *Aporie czasu*, red. P. Orlik, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM, 2011, s. 53.

ROZDZIAŁ 2

ZAGADNIENIE CZASU W NAUKACH PRZYRODNICZYCH

W yodrębnienie się nauk przyrodniczych z filozofii spowodowało, że niektóre problemy, tradycyjnie rozważane na gruncie „kołębki wszystkich nauk”, przeszły do nowych dziedzin i tam znalazły swoje miejsce. Dotyczy to również zagadnień związanych z czasem. Zarówno filozofia, jak i nauki przyrodnicze są bardzo ogólnymi dziedzinami ludzkiej wiedzy. Każda z nich dzieli się na wiele niezależnych od siebie dyscyplin²⁰⁹. Dlatego też niniejszy rozdział ograniczy się do prezentacji problematyki czasu w naukach fizykalnych²¹⁰. Wynika to z oczywistego faktu, że modele kosmologiczne, będące przedmiotem analiz przeprowadzonych w następnych rozdziałach, wywodzą się właśnie z tej dziedziny nauk przyrodniczych. W podrozdziale *Czas w najważniejszych koncepcjach fizyki XX wieku* zostaną zaprezentowane najważniejsze teorie tego okresu (mechanika kwantowa oraz szczególna i ogólna teoria względności) i ich stosunek do czasu. Jednocześnie dwudziestowieczna kosmologia wypracowała tak zwany standardowy model kosmologiczny (oparty na ogólnej teorii względności). Niestety ów model natrafił na nieprzezwyciężalne trudności, jeżeli chodzi o początkowe etapy ewolucji Wszechświata. Będzie temu poświęcony podrozdział *Standardowy model kosmologiczny*. Droga ku ich rozwiązaniu wiedzy, według większości kosmologów, poprzez tzw. kwantową teorię grawitacji, przez niektórych badaczy utożsamianą z teorią wszystkiego, tzn. z teorią mającą pełnić funkcję teorii ostatecznej w fizyce. Ten ostatni postulat wzbudza wśród filozofów nauki oraz metodologów pewne kontrowersje²¹¹.

209 Przy czym wydaje się, że większe „przepaście między dyscyplinami” wyrosły na gruncie współczesnych nauk przyrodniczych, chociaż obecnie także w filozofii rozdrobnienie badań w poszczególnych działach filozofii jest ogromne.

210 Oczywiście inne niż fizyka nauki również zajmują się zagadnieniem czasu. Więcej na ten temat można znaleźć w: M. Bakalarska, dz. cyt., s. 243–263. Autorka porusza zagadnienie wielości sposobów ujmowania czasu w różnych naukach, a także mnogości różnych typologii czasu.

211 Na przykład Mariusz Szynkiewicz zwraca uwagę na to, że utożsamianie kwantowej teorii grawitacji z teorią wszystkiego stanowi przykład terminologicznego nadużycia; zob.

Z kolei naukowcy zajmujący się poszukiwaniem oraz próbami budowania kwantowej teorii grawitacji wysnuwają przypuszczenia, że w ramach tej teorii czas przestanie być elementem fundamentalnej struktury Wszechświata²¹². Przybliżeniu idei „programu poszukiwania kwantowej teorii grawitacji” będzie poświęcony ostatni podrozdział niniejszego rozdziału.

2.1 CZAS W NAJWAŻNIEJSZYCH KONCEPCJACH FIZYKI XX WIEKU

W fizyce czas można rozpatrywać w kilku aspektach. Z jednej strony czas jest parametrem w równaniach teorii fizycznych, z drugiej zaś „tym czymś”, co mierzą zegary. Fizycy nie analizują tego, czym jest czas, lecz raczej starają się dokładnie go mierzyć i zliczać²¹³. Można również opisywać czas w kategoriach elementów fundamentalnej struktury Wszechświata. W takim przypadku czas reprezentowany jest z kolei przez daną strukturę matematyczną²¹⁴. Zostaje utworzony pewien model czasu, którego własności formalne są przez fizyków interpretowane jako własności rzeczywistego czasu²¹⁵. Dlatego też pewne właściwości czasu zmieniały się wraz z rozwojem fizyki. Bardzo często, wraz ze zmianą struktury, która opisywała czas w danej teorii, własności czasu ulegały również zmianie. W mechanice Newtonowskiej czas był, obok przestrzeni, absolutnym²¹⁶ elementem tworzącym swego

M. Szynkiewicz, *Teorie ostateczne w naukach przyrodniczych. Studium metodologiczne*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Wydziału Nauk Społecznych UAM, 2009, s. 23–27. Więcej na ten temat w podrozdziale 2.3 niniejszej pracy.

²¹² Por. M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 250.

²¹³ Zob. G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, *Tajemnice natury*, Warszawa: Wydawnictwo UKSW, 2009, s. 79–80.

²¹⁴ Por. A. Einstein, *Teoria względności*, tłum. P. Amsterdamski, w: tenże, *Teoria względności i inne eseje*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1997, s. 29. Fizyka, w odróżnieniu od matematyki, która abstrahuje od empirycznego doświadczenia, zajmuje się relacjami pomiędzy pewnymi pojęciami matematycznymi a obiektami będącymi przedmiotem doświadczenia. Pojęcia matematyczne zyskują dzięki temu pewną treść fizyczną. Oczywiście jest to swego rodzaju interpretacja, która może się zmieniać. Mogą zmieniać się zarówno same pojęcia matematyczne, jak i wyniki doświadczeń.

²¹⁵ Por. M. Czarnocka, *Metafizyczność nauki i metafizyczność „fizycznego” czasu*, „Przegląd Filozoficzny – Nowa Seria” 3(2005), s. 35–36.

²¹⁶ Należy w tym miejscu uczynić pewne zastrzeżenie dotyczące absolutności przestrzeni w mechanice klasycznej. Wypracowane na potrzeby teorii względności metody geometrii różniczkowej przy ich zastosowaniu do fizyki klasycznej ukazują, że tylko absolutność czasu stanowi element konieczny w strukturze mechaniki klasycznej, zaś absolutność przestrzeni jest wręcz niedopuszczalna. Zwraca na to uwagę Michał Heller: „Okazuje się, że struktura

rodzaju ramy, czy też scenę dla całego Wszechświata, na której to scenie rozgrywały się wszystkie zdarzenia. W przyrodzie nie ma obiektów istniejących poza czasem. Czasowość wszystkiego była uniwersalnym atrybutem Wszechświata. Czas wprzęgał się we wszystko, osaczał wszystkie materialne przedmioty²¹⁷. Tę wyróżnioną pozycję czasu podważyły teorie fizyczne, jakie pojawiły się w fizyce w dwudziestym wieku. Najpierw szczególna teoria względności Einsteina podważyła absolutną równoczesność zdarzeń, a także uzależniła tempo upływu czasu od stanu ruchu obserwatora. Później ogólna teoria względności włączyła w to wszystko grawitację. W wyniku tego zabiegu pole grawitacyjne zostało utożsamione z zakrzywieniem czasoprzestrzeni. Grawitacja zaczęła oddziaływać na czas. Ostatnia teoria, która będzie przedmiotem analiz w niniejszym podrozdziale, czyli mechanika kwantowa, również zmieniła nasze spojrzenie na czas. Co prawda, w mechanice kwantowej czas i przestrzeń są bardziej podobne do tego, w jaki sposób były przedstawiane w mechanice klasycznej, niemniej czas na poziomie kwantowym przestaje być tak jednoznacznie określony, jak to miało miejsce w fizyce klasycznej, a przynajmniej wyniki niektórych eksperymentów na to wskazują.

Szczególna teoria względności jest teorią czasu i przestrzeni, opierającą się na dwóch fundamentalnych założeniach²¹⁸. Pierwszym z nich jest założenie stałości prędkości światła. Stałość prędkości światła w każdym układzie odniesienia była konsekwencją niemożności doświadczalnego potwierdzenia istnienia eteru, czyli hipotetycznego ośrodka, w którym światło miałoby

mechaniki klasycznej rzeczywiście wymaga istnienia absolutnego czasu (tzn. absolutny czas jest częścią tej struktury), ale nie wymaga, a nawet nie dopuszcza istnienia absolutnej przestrzeni (a co za tym idzie, i absolutnego miejsca, i absolutnego ruchu). Wynika to z tego, że w mechanice klasycznej nie jest wyróżniony absolutny spoczynek, lecz jest wyróżniona pewna klasa ruchów, a mianowicie klasa ruchów inercjalnych, tzn. ruchów odbywających się bez przyspieszeń. Należy więc starannie rozróżniać pomiędzy poglądami na czas i przestrzeń samego Newtona a »poglądami« zakładanymi przez jego mechanikę», M. Heller, *Filozofia przyrody. Zarys historyczny*, dz. cyt., s. 93. Szczegółowe omówienie tego problemu można znaleźć m.in. w: W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa: PWN, 1981, s. 50–53.

²¹⁷ Owo „osaczanie” przez czas należy rozumieć w ten sposób, że czas w mechanice Newtonowskiej po prostu był parametrem wszystkich zdarzeń fizycznych; zob. M. Czarnocka, dz. cyt., s. 36.

²¹⁸ To właśnie niewielka ilość założeń wyjściowych, świadcząca o prostocie logicznej, stanowi jeden z czynników decydujących o „zwycięstwie” szczególnej teorii względności nad jej konkurentkami; zob. J. Such, *Czy istnieje experimentum crucis? Problemy sprawdzania praw i teorii naukowych. Studium metodologiczne*, Warszawa: PWN, 1975, s. 110–112.

się poruszać. Doświadczenia Fizeau oraz Michelsona–Morleya ujawniły, że jeżeli eter istnieje, to jego własności w poszczególnych przypadkach stają się wzajemnie sprzeczne²¹⁹. Co więcej, wyniki doświadczenia Michelsona–Morleya wskazywały również na to, że prędkość ruchu Ziemi nie wpływa na prędkość światła. Oznaczało to, że niezależnie od ruchu źródła, światło porusza się ze stałą prędkością. Albert Einstein uznał, że nie można odrzucać wyników doświadczeń po to tylko, by utrzymać paradygmat wyznaczony przez mechanikę klasyczną. Według Jana Sucha Einstein jako pierwszy zrozumiał, że: „oba te eksperymenty [doświadczenie Fizeau oraz Michelsona–Morleya] łącznie wykluczały możliwość zinterpretowania swych wyników jako zgodnych z założeniem istnienia w obszarze okołoziemskim eteru mechanicznego [...] i, tym samym, uniemożliwiały tradycyjne mechanistyczne ujęcie zagadnienia elektrodynamiki ciał w ruchu. Prowadziły przeto do wniosku, że teorie fizyczne zakładające istnienie eteru [...] są niepoprawne”²²⁰. Należy raczej uznać wyniki eksperymentów i na ich podstawie dążyć do nowych teorii²²¹. Doprowadziło to do odrzucenia możliwości istnienia eteru oraz do

219 Hipotetyczny eter, jako ośrodek rozchodzenia się światła (które posiada naturę falową), powinien być jakimś rodzajem substancji fizycznej. Doświadczenia Fizeau oraz Michelsona–Morleya miały na celu zbadanie własności fizycznych owej substancji. Według doświadczenia Fizeau eter jest absolutnie nieruchomy względem reszty materii fizycznej. Z kolei doświadczenie Michelsona–Morleya wykazało, że eter jest unoszony przez poruszającą się materię. Obydwie te cechy są sprzeczne względem siebie, a taka sytuacja jest ogromnie kłopotliwa, gdyż posiadanie sprzecznych względem siebie własności jest niezgodne ze standardami uprawiania fizyki. A zatem realny eter, według ogólnie przyjmowanych i akceptowanych norm metodologicznych i epistemologicznych w nauce, nie może posiadać obydwu tych cech na raz. Według analiz prowadzonych przez Jana Sucha w monografii *Czy istnieje experimentum crucis?* powyższa sytuacja prowadziła do wniosku, że: „dotychczasowe teorie zakładające istnienie eteru nie tylko stanowią hipotezy zbędne, ale dają się sfalsyfikować i to ostatecznie”, J. Such, dz. cyt., s. 383; por. G. Bugajak, J. Kukowski, A. Łatawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 95–96; M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 202–207.

220 J. Such, dz. cyt., s. 383.

221 Por. A. Einstein, *Postawy fizyki teoretycznej*, tłum. P. Amsterdamski, w: tenże, *Teoria względności i inne eseje*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1997, s. 18. Logiczne fundamenty całej nauki mają fundować pojęcia i twierdzenia o zjawiskach zachodzących w przyrodzie. Niemniej są one bardzo wrażliwe na nowe odkrycia. To znaczy, bardzo łatwo obalić logiczne fundamenty nauki, gdy pojawi się doświadczenie, które będzie z tymi fundamentami sprzeczne. Nie można nie uznawać wyników doświadczeń, gdyż nauki przyrodnicze właśnie są po to, aby opisywać zjawiska. Such prezentuje w tym zakresie bardziej wyważone stanowisko. Według tego autora same wyniki eksperymentów, nawet jeżeli ich moc rozstrzygająca okazuje się (po dokonaniu stosownych analiz) duża, nie są w stanie sfalsyfikować danej

przyjęcia stałości prędkości światła. Prędkość światła c , wynosząca w próżni około 300 000 km/s, została mianowana nową stałą przyrody. Drugim założeniem, na którym opiera się szczególna teoria względności, jest tak zwana *zasada względności*. Stwierdza ona, że nie istnieje żaden uprzywilejowany układ odniesienia. Prawa przyrody powinny być takie same dla wszystkich obserwatorów poruszających się ruchem jednostajnym prostoliniowym²²². Przy czym ową stałość praw przyrody, przy przechodzeniu w opisie ruchu od jednego układu inercjalnego do drugiego, ma zapewniać zastosowanie tak zwanych transformacji Lorentza do przekształcania współrzędnych czasowych i przestrzennych. Ze względu na formalizm i przekształcenia Lorentza, Einstein ujmował szczególną zasadę względności w takich słowach: „prawa przyrody są niezmiennicze ze względu na transformację Lorentza (tzn. postać praw fizycznych nie zmienia się przy przejściu do nowego układu inercjalnego, gdy dokonujemy tego za pomocą transformacji Lorentza)”²²³.

Transformacje Lorentza, zastosowane w równaniach dynamiki, wprowadziły zależność czasu i przestrzeni od prędkości poruszania się danego

teorii, lecz jedynie mogą ją dyskondfirmować w pewnym stopniu. Pełna falsyfikacja jest możliwa dopiero wtedy, gdy nowe dane eksperymentalne otrzymują nową i jednoznaczną interpretację w ramach nowej teorii. Wniosek z powyższego jest następujący: dany eksperyment, którego wyniki okazują się ostatecznie sprzeczne z daną teorią, stanowi tylko składnik empiryczny tzw. sytuacji rozstrzygającej; zob. J. Such, dz. cyt., s. 54–55. Można również przywołać schemat, według którego odbywa się proces obalania danej teorii. Według Sucha przebiega on w dwóch etapach. W pierwszym etapie następuje przeprowadzenie eksperymentu rozstrzygającego (w praktyce badawczej przeprowadza się przeważnie więcej niż jeden taki eksperyment), którego wyniki są sprzeczne z przewidywaniami dotychczasowej teorii. W drugim zaś następuje sformułowanie nowej teorii, w ramach której bardziej adekwatnie wyjaśnia się nowe dane eksperymentalne, a także wyjaśnia się, dlaczego dotychczasowa teoria jest słuszna tylko w pewnym ograniczonym zakresie, w którym nie mieszczą się dane empiryczne pochodzące z eksperymentu rozstrzygającego. Co więcej, etap drugi pozwala również na wykazanie, że nowa teoria jest prostsza logicznie i bardziej spójna niż jej poprzedniczka, a także w pełni wykazuje (udowadnia), że odstępstwo od praw dotychczasowej teorii, zaobserwowane w trakcie eksperymentu rozstrzygającego nie było przypadkowe; zob. tamże, s. 60–62.

²²² Szczególna teoria względności Einsteina uogólniała zasadę względności obecną w mechanice klasycznej na wszystkie prawa fizyki. Ekstrapolacja zasady względności na układy poruszające się z przyspieszeniem została dokonana w ogólnej teorii względności.

²²³ A. Einstein, *Teoria względności*, dz. cyt., s. 32.

układu odniesionej do prędkości światła²²⁴. Współrzędne przestrzenne transformuje się według następującego wzoru²²⁵:

$$x = \frac{x' + Vt'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

gdzie x i x' to współrzędne przestrzenne odpowiednio w układzie A i A' , t' to współrzędna czasowa w układzie A' , V – prędkość, z jaką układ A' porusza się względem układu A , a c – prędkość światła. Z kolei współrzędna czasowa w opisywanej sytuacji transformuje się według wzoru:

$$t = \frac{t' + \frac{Vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

gdzie analogicznie: t i t' to współrzędna czasowa odpowiednio w układzie A i A' , x' to współrzędna przestrzenna w układzie A' , V – prędkość, z jaką

²²⁴ Po raz pierwszy zostały owe przekształcenia zastosowane do równań Maxwella, opisujących rozchodzenie się fal elektromagnetycznych. Występujące w mechanice klasycznej transformacje Galileusza zastosowane do równań Maxwella powodowały zmianę postaci tych równań przy przechodzeniu z jednego układu inercjalnego do drugiego. Taka zmienność równań Maxwella była nie do przyjęcia. Fizycy nie widzieli powodu, aby łamać zasadę względności. Próby modyfikacji samych równań Maxwella prowadziły do błędnych przewidywań, to znaczy równania opisywały zjawiska nieistniejące w przyrodzie. Dlatego też szukano innego sposobu transformowania równań, który by zagwarantował niezmienniczość ich przy przechodzeniu z jednego układu odniesienia do drugiego. I taką niezmienniczość gwarantowały przekształcenia zaproponowane przez H. Lorentza; zob. G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 98–102.

²²⁵ Przy omawianiu szczególnej teorii względności, w podręcznikach fizyki, stosuje się pewną konwencję. Dla uproszczenia bierze się pod uwagę dwa układy inercjalne A i A' , gdzie układ A jest w spoczynku, a układ A' porusza się jednostajnie względem układu A z prędkością V . Współrzędne przestrzenne w układzie A to odpowiednio x , y , z oraz współrzędna czasowa t . Z kolei współrzędne w układzie A' są primowane, czyli x' , y' , z' oraz t' . Następnie zakłada się, że układ A' porusza się względem A wzdłuż osi x . W takim przypadku transformacje współrzędnych będą dotyczyły tylko współrzędnej x , oraz współrzędnej t . Pozostałe współrzędne przestrzenne, na mocy konwencji, nie będą przekształcane – to znaczy $y = y'$, oraz $z = z'$; por. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1, cz. 1, tłum. R. Gajewski, Z. Królikowska, M. Grynberg i T. Butler, Warszawa: PWN, 2001, s. 228–230, 247; D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 4, tłum. J. Prochorow i R. Bożek, Warszawa: PWN, 2003, s. 151, 160–162.

układ A' porusza się względem układu A , natomiast c – prędkość światła. Tak przedstawiają się wartości współrzędnych z punktu widzenia układu A . Oczywiście transformacje Lorentza są symetryczne, czyli spełniają zasadę względności. Jeżeli badaną sytuację będzie rozpatrywać się z punktu widzenia układu A' , wtedy w równaniach zmianie ulegnie znak „plus” na „minus” w licznikach wyrażen²²⁶.

W transformacjach Lorentza jest zawarta istota szczególnej teorii względności²²⁷. Jednocześnie dzięki transformacjom Lorentza ujawniają się nowe, do pewnego stopnia rewolucyjne, właściwości czasu. W mechanice klasycznej czas był czymś niezmiennym. Można wręcz pokusić się o stwierdzenie, że czas wraz z przestrzenią były traktowane tak, jak stałe przyrody. W transformacjach Galileusza, których używano w mechanice Newtonowskiej, współrzędna czasowa nie przekształcała się²²⁸. Zaś w szczególnej teorii względności współrzędna czasowa zależna jest z jednej strony od prędkości ruchu układu badanego odniesionej do prędkości światła, a z drugiej strony również, w pewien sposób, współrzędna t jest powiązana ze współrzędną przestrzenną x . Zmienia to istotnie sposób ujmowania czasu i przestrzeni. Stają się one zmiennymi elementami, a ich zmienność, czy też ich względność, jest uzależniona od stanu ruchu obserwatora zliczającego czas i mierzącego odległość. Wracając do pojęcia czasu w szczególnej teorii względności, można wskazać na dwie istotne konsekwencje względności czasu, a mianowicie na względność równoczesności zachodzenia zdarzeń

226 Wtedy odpowiednio: $x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ oraz $t' = \frac{t - \frac{Vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$. Często również wielkość odstepu

czasu dla układu, względem którego dane zdarzenia są w spoczynku, określa się jako czas własny. „Odstęp czasu zmierzony dla dwóch zdarzeń, które zaszły w tym samym miejscu w inercjalnym układzie odniesienia, będziemy nazywać odstępem czasu własnego lub krócej czasem własnym”, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 4, dz. cyt., s. 154. Analogicznie w przypadku długości L (którą można zapisać jako $\Delta x = x_2 - x_1$) również określa się jako długość spoczynkową lub długością własną. W obydwu przypadkach przeważnie używa się oznaczeń: t_0 i L_0 ; zob. tamże, s. 158; R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, dz. cyt., s. 247–248.

227 Zob. M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 208.

228 W transformacjach Galileusza tylko współrzędna przestrzenna x się zmienia (zgodnie z przyjętą konwencją), to znaczy $x = x' + Vt'$, zaś $t = t'$. A zatem w mechanice Newtonowskiej czas był niezależny od układu odniesienia. Współrzędna czasowa pozostawała zawsze ta sama. Oczywiście wynikało to z absolutności (niezmienności) czasu w fizyce klasycznej.

oraz na obserwowalny efekt dylatacji czasu w układach poruszających się z dużymi prędkościami²²⁹.

Pojęcie równoczesności należy do kanonu zdroworozsądkowego myślenia. Nikomu nie trzeba tłumaczyć, co to znaczy, że dwa zdarzenia są równoczesne. Jednakże okazało się, że według szczególnej teorii względności dwa zdarzenia równoczesne w jednym układzie odniesienia, gdy patrzy się na nie z punktu widzenia innego układu odniesienia, wcale już równoczesnymi być nie muszą. Bardzo dobrze można zobrazować ową względność równoczesności dzięki transformacjom Lorentza²³⁰. Z transformacji owych

229 Chodzi o prędkości będące znaczącym ułamkiem prędkości światła. Przy prędkościach występujących w codziennym życiu, które to prędkości są znikomymi ułamkami prędkości światła, efekty relatywistyczne są na tyle małe, że z powodzeniem można stosować mechanikę klasyczną, która daje, w takich przypadkach, poprawne wyniki. Przy dodawaniu prędkości na poziomie dziesiątek i setek km/h, na przykład 90 km/h + 10 km/h, co przy użyciu klasycznego (wynikającego z transformacji Galileusza) dodawania prędkości da wynik (oczywiście) 100 km/h. Jeżeli do tego rzędu wielkości zastosowane zostaną równania relatywistycznego dodawania prędkości (wynikające z transformacji Lorentza), wtedy to poprawka relatywistyczna wyniku takiego dodawania będzie rzędu 10^{-16} , a więc jest zupełnie nieznacząca dla życia codziennego. Dlatego też przy niskich prędkościach, w zasadzie, użycie wzorów relatywistycznych uznaje się za niepraktyczne; por. G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 103–105; J. Such, dz. cyt., s. 58.

230 Chodzi o zastosowanie owych transformacji do wyliczenia, jak będzie wyglądać interwał czasowy dwóch zdarzeń. Założeniem wstępnym niech będzie to, że w jednym układzie odniesienia U dwa zdarzenia, którym przypisać można współrzędne przestrzenne x_1 i x_2 oraz współrzędne czasowe t_1 i t_2 , są równoczesne, a zatem $t_2 - t_1 = 0$. Jak zatem będą wyglądały te dwa zdarzenia z punktu widzenia innego układu odniesienia poruszającego się względem układu U ? Korzystając z transformacji Lorentza (przypisując współrzędnym przestrzennym i czasowym w układzie drugim, czyli U' , wartości primowane) wiemy, że:

$$t'_1 = \frac{t_1 - \frac{Vx_1}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}, \text{ zaś } t'_2 = \frac{t_2 - \frac{Vx_2}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}},$$

co po przekształceniach i uwzględnieniu założenia $t_2 - t_1 = 0$ daje ostatecznie interwał czasowy o postaci:

$$t'_2 - t'_1 = \frac{\frac{V}{c^2}(x_2 - x_1)}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

W układzie U' zdarzenia 1 i 2 będą równoczesne, czyli $t'_2 - t'_1 = 0$ tylko w przypadku, gdy będą zachodziły w tym samym miejscu, czyli $x_1 = x_2$. Jeżeli zaś $x_1 \neq x_2$, wtedy równoczesność owych zdarzeń nie będzie zachodzić. Bardziej szczegółowe obliczenia można znaleźć w: G.

można wyprowadzić wyrażenie: $t'_2 - t'_1 = \frac{V}{c^2} (x_2 - x_1) / \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$, z którego wynika, że

równoczesność zdarzeń zachodzi tylko i wyłącznie lokalnie, czyli gdy $x_1 = x_2$, to znaczy tylko w danym lokalnie układzie odniesienia. Z punktu widzenia innego układu, w którym $x_1 \neq x_2$, te same zdarzenia, które w pierwszym układzie były równoczesne, już takimi nie są. Oznacza to, że w szczególnej teorii względności nie ma jednego, absolutnego czasu, który by odmierzał bieg wszystkich zdarzeń. Każdy inercjalny układ odniesienia ma swój własny czas. Co więcej, lokalność czasu powoduje nie tylko względność równoczesności zdarzeń, lecz również powoduje zmianę tempa upływu czasu. A w zasadzie nie sama lokalność wpływa na tempo upływu czasu, lecz prędkość poruszania się danego układu odniesienia. Zależność szybkości upływu czasu od prędkości poruszania się danego układu odniesienia nosi miano *dylatacji czasu*. Najogólniej mówiąc, dylatacja czasu polega na tym, że jeżeli weźmiemy dwa zegary, z których jeden się porusza względem drugiego, to z punktu widzenia układu odniesienia związanego z zegarem nieruchomym, zegar ruchomy chodzi wolniej. Oznacza to, że „jednostka czasu w układzie poruszającym się względem nas, według naszej oceny, jest dłuższa niż jednostka czasu w naszym układzie odniesienia”²³¹. Z transformacji Lorentza wynika następująca postać przekształcenia współrzędnej czasowej, przy założeniu $x_1 = x_2$ oraz

$t_1 \neq t_2$. Interwał czasowy wygląda wtedy następująco: $t_2 - t_1 = \frac{t'_2 - t'_1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ i jako

że wyrażenie w mianowniku jest mniejsze od 1, to interwał czasowy dwóch zdarzeń będzie większy (czas, jaki upłynie pomiędzy nimi, będzie dłuższy) z punktu widzenia układu, względem którego obydwa zdarzenia pozostają w ruchu ($t_2 - t_1$), niż w układzie, który jest względem tych dwóch zdarzeń w spoczynku ($t'_2 - t'_1$). Oczywiście należy odrzucić sytuację graniczną, w której to $V = 0$, gdyż nie mamy wtedy do czynienia z układami inercjalnymi poruszającymi się względem siebie, lecz, w zasadzie, z tym samym układem odniesienia²³². Z kolei sytuacja gdy $V = c$ prowadzi do jeszcze większych

Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 108–109.

²³¹ M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 214.

²³² Oczywiście na mocy zasady względności sytuacja w przypadku dwóch układów inercjalnych jest dokładnie symetryczna. To znaczy, jeżeli będziemy rozpatrywać szybkość

„paradoksów”. W takim przypadku, według przyjętych interpretacji (bo samo wyrażenie staje się paradoksalne – już bez cudzysłowu – czyli bezsensowne) interwał czasowy dąży do nieskończoności. Oznacza to, że dla obserwatorów poruszających się z prędkością światła c , czas wydaje się nie płynąć. Przekłada się to na twierdzenia typu „fotony się nie starzeją” i tym podobne, które prowadzą do wniosku, że zdarzenia zachodzące we Wszechświecie opisywanym przez szczególną teorię względności mają dwie składowe – składową czasową i składową przestrzenną, przy czym składowa czasowa interwału czasoprzestrzennego może wynosić zero.

Podsumowując dotychczasowe rozważania, można powiedzieć, że szczególna teoria względności przeobraziła „arenę rzeczywistości”. Czas i przestrzeń zostały połączone w jeden twór zwany czasoprzestrzenią. Znane z fizyki klasycznej czas i przestrzeń utraciły swoje „niezmienne” oblicze²³³. W podręczniku filozofii przyrody pt. *Tajemnice natury* można znaleźć następujące zdanie: „Nigdy przecież, w żadnym doświadczeniu, nie mamy dostępu do przyjętej przez Newtona przestrzeni absolutnej [...], ani do domniemanego uniwersalnego zegara mierzącego niezależnie od obserwatora czas kosmiczny”²³⁴. W kontekście wyżej wymienionych słów można powiedzieć, że za sprawą szczególnej teorii względności rozmyciu uległa globalna historia Wszechświata. Lokalność czasu w szczególnej teorii względności powoduje, że nie można już wyznaczyć jednego dla wszystkich obserwatorów inercjalnych porządku czasowego, gdyż ten porządek zależy od stanu ruchu poszczególnego obserwatora. Czyli, do pewnego stopnia, szczególna teoria względności utrudnia (czy wręcz uniemożliwia) uprawianie kosmologii jako nauki, która ma za zadanie odtworzyć proces powstania

chodzenia zegara w układzie poruszającym się względem nas (względem układu odniesienia, z którym jesteśmy związani) i stwierdzimy spowolnienie tegoż zegara, to symetrycznie obserwator z tamtego układu, obserwując nasze zegary, stwierdzi, że to my się poruszamy (że porusza się układ związany z nami), i to nasz zegar chodzi wolniej w stosunku do jego zegara.

²³³ W szczególnej teorii względności również odległości przestrzenne podlegają relatywistycznemu efektowi skrócenia. To znaczy długość w spoczynku jest większa niż długość w ruchu. Jeżeli przyjmiemy L_0 jako długość czegoś w spoczynku (czyli mierzona przez obserwatora, który się względem tego czegoś, co się mierzy, nie porusza), a za L długość mierzona w układzie inercjalnym poruszającym się względem danego układu, to z transformacji Lorentza wynika, że: $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$, czyli że w układach poruszających się długość ulega skróceniu.

²³⁴ G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 164.

i ewolucji Wszechświata, gdyż każdy inercjalny obserwator inaczej będzie porządkował zdarzenia, przy czym pewien szczególny typ obserwatorów, czyli obserwatorów poruszających się z prędkością światła, będzie opisywał to, co dzieje się w czasoprzestrzeni w niezrozumiały dla nas sposób (w sposób, w którym składowa czasowa będzie zerowa). Mimo to można próbować wyobrazić sobie to, czym jest czasoprzestrzeń. W podręczniku *Feynmana wykłady z fizyki* można znaleźć następujące słowa, przybliżające ideę tego, czym jest czasoprzestrzeń: „Postaramy się więc wyobrazić sobie przedmioty, znajdujące się w pewnym nowym świecie – świecie czasu i przestrzeni traktowanych łącznie, jak coś realnego, na co można, podobnie jak na przedmioty w przestrzeni trójwymiarowej, patrzeć z różnych kierunków. Będziemy więc uważać, że przedmioty zajmujące pewien obszar i trwające przez pewien czas zajmują jakąś objętość – stanowią pewne »paciorki« w tym nowym świecie, a my, poruszając się z różnymi prędkościami, patrzymy na te paciorki z różnych kierunków”²³⁵. Dodatkowy wymiar stanowi czas, zaś czasoprzestrzeń można potraktować jako pewien czterowymiarowy twór geometryczny. Podobnie jak w zwykłej przestrzeni trójwymiarowej poszczególne punkty owej przestrzeni na tę przestrzeń się składają, tak również w czasoprzestrzeni można mówić o tym, że daną czasoprzestrzeń tworzą „punkto-chwile” określane również jako „zdarzenia”²³⁶. Każde zdarzenie w czasoprzestrzeni posiada swoje współrzędne (x, y, z, t) i analogicznie do zwykłych przestrzeni można w czasoprzestrzeni odmierzając odległości między poszczególnymi zdarzeniami (czyli pomiędzy poszczególnymi punkto-chwilami; w literaturze powszechnie stosuje się również określenie punkty czasoprzestrzeni, przy czym należy pamiętać, że punkt czasoprzestrzeni różni się od zwykłego punktu przestrzeni). Taka odległość nosi nazwę *interwału czasoprzestrzennego*. W szczególnej teorii względności owa metryka jest określana jako metryka Minkowskiego. Co więcej, wartość owego interwału, a więc i metryka czasoprzestrzeni, jest taka sama we wszystkich układach inercjalnych²³⁷. Dlatego też nie można powiedzieć, że szczególna

235 R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, dz. cyt., s. 258.

236 „Punkto-chwila informuje nas o miejscu i czasie, w którym coś zaszło, możemy więc nazywać ją również zdarzeniem”, M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 219–220.

237 Dokładnie to kwadrat owego interwału jest czymś stałym. To znaczy, że jeżeli interwał przedstawić w postaci: $c^2t^2 - x^2 - y^2 - z^2$, to w przypadku danego zdarzenia rozpatrywanego z dwóch różnych punktów widzenia – na przykład z punktu widzenia opisywanych już układów A oraz A' , gdzie układ A' porusza się względem układu A z prędkością v i z tego powodu współrzędne w układzie A' również zostają oznaczone „primem”, wtedy prawdziwa

teoria względności radykalnie zanegowała istnienie niezmienniej struktury, która stanowiłaby „tkankę” Wszechświata. Po prostu Newtonowskie absolutne czas i przestrzeń, zostały zastąpione przez czasoprzestrzeń, która sama w sobie jest czymś absolutnym²³⁸.

Geometria czasoprzestrzeni szczególnej teorii względności jest geometrią pseudoeuklidesową, gdyż współrzędna czasowa w wyrażeniu określającym metrykę Minkowskiego ma przeciwny znak niż pozostałe współrzędne przestrzenne²³⁹. Umożliwia to, między innymi, wprowadzenie w metryce wartości zerowej interwału czasoprzestrzennego dla różnych punktów (zdarzenia lokalnie równoczesne) oraz niezerową metrykę dla tych samych punktów (trwanie danego zdarzenia w czasie). Jednocześnie owa pseudoeuklidesowość w pewnym sensie ratuje czas przed zupełnym uprzestrzennieniem. Owo wyróżnienie czasu w opisie matematycznym pozwala zawsze wskazać, który z czterech wymiarów jest tym wyjątkowym wymiarem czasowym. Nie ma to, co prawda, znaczącego wpływu na opis matematyczny metryki czasoprzestrzeni szczególnej teorii względności, natomiast ma ogromne znaczenie dla fizycznej interpretacji owych matematycznych wyrażeń²⁴⁰. To między innymi odmienne interpretacje owego znaku przy wyrażeniu opisującym czas we wzorach metryki dla szczególnej (ale także i dla ogólnej) teorii względności są wykorzystywane w filozoficznych sporach pomiędzy zwolennikami prezentyzmu i eternalizmu²⁴¹.

jest równość: $c^2t'^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = c^2t^2 - x^2 - y^2 - z^2$; zob. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, dz. cyt., s. 260–261.

²³⁸ H. Minkowski zwykł mawiać, że: „Sama przestrzeń i sam czas pogrążają się w cieniu, przetrwa jedynie związek między nimi” (za: R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, dz. cyt., s. 268), albo też: „Od dziś przestrzeń jako taka i czas jako taki są skazane na zejście do roli czczych cieni, a jedynie pewien rodzaj ich zespolenia zachowa swoją niezależną rzeczywistość” (za: M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 222).

²³⁹ Analogicznie jest też w ogólnej teorii względności; por. J. Gołosz, *Uptyw czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 83 (przypis 141).

²⁴⁰ „Symbole matematyczne oznaczające czas i przestrzeń są konstrukcjami myślowymi. Fizyczną rzeczywistość »przydziela się« im przez określenie odpowiednich operacji pomiarowych. Charakter tego »przydzielenia« jest całkowicie inny w przypadku czasu i w przypadku przestrzeni. Jednostkowy pręt sztywny jako miara jest istotnie różny od np. sekundy wskazanej przez jakikolwiek zegar. W opisie matematycznym czas może być sprowadzony tylko do roli czwartego »wymiaru« przestrzeni, ale fizycznie czas jest »wielkością« inną od przestrzeni”, M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 222.

²⁴¹ Zwolennicy eternalizmu, przywołując teorię względności Einsteina, starają się udowodnić, że czas jest uprzestrzenniony, co skutkuje tak zwaną blokową teorią czasu, w której ramach nie można mówić, przynajmniej według eternalistów, o odmiennym statusie

Z kolei w sporze pomiędzy zwolennikami perdurantyzmu i endurantyzmu ogromną rolę odgrywa jeszcze jedna ważna konsekwencja, wynikająca ze stałości prędkości światła. Prędkość światła c , będąc nową stałą przyrody, jest jednocześnie granicą prędkości w ogóle. Najwyższą wartością przy relatywistycznym dodawaniu prędkości będzie właśnie prędkość światła c ²⁴². Interpretuje się to w ten sposób, że nic nie może poruszać się szybciej niż światło, co dotyczy zarówno rozchodzenia się wszelkich oddziaływań fizycznych, jak i oddziaływań przyczynowych²⁴³. Powoduje to, że dla danego punktu czasoprzestrzeni można wyznaczyć tak zwany stożek świetlny. Składa się on z trzech „części”. Pierwszą częścią, i zarazem punktem „zaczepienia” danego stożka świetlnego, jest pewien punkt czasoprzestrzeni. W skali kosmicznej takim „punktem” może być na przykład cała planeta Ziemia. Dwie kolejne części to tak zwane stożki świetlne względnej przyszłości i przeszłości danego punktu. Powierzchnie i zarazem granice tych stożków wyznaczane są przez historie cząstek poruszających się z prędkością światła. Owe historie cząstek określa się jako krzywe zerowe lub też krzywe świetlne. Na przykład krzywe zerowe fotonów (fal elektromagnetycznych), które mają swój początek w danym punkcie czasoprzestrzeni, wyznaczają stożek względnej przyszłości danego zdarzenia (czyli punktu

ontycznym teraźniejszości względem przeszłości i przyszłości; zob. J. Gołosz, *Uptyw czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 103–106.

²⁴² Relatywistyczna reguła dodawania prędkości wygląda następująco: $v = \frac{v' + V}{1 + \frac{v'V}{c^2}}$,

gdzie v jest prędkością mierzoną w układzie spoczywającym U , v' – prędkością mierzoną w układzie poruszającym się U' , który to układ porusza się względem U z prędkością V . Jak widać z powyższego wzoru, nawet w przypadku gdyby $v' = c$ oraz $V = c$, to i tak prędkość mierzona w układzie U , czyli prędkość v , będzie wynosiła tylko c , pomimo tego, że przy klasycznym dodawaniu prędkości powinna owa prędkość wynosić $v = 2c$; zob. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 4, dz. cyt., s. 165–166.

²⁴³ Nie bierze się w tym rozumowaniu pod uwagę istnienia tachionów, czyli hipotetycznych cząstek, które mają się poruszać szybciej niż światło. Prędkość światła c nie stanowi najwyższej możliwej do osiągnięcia prędkości (czyli swoistego kresu prędkości), lecz stanowi granicę, której nie można przekroczyć ani w jedną, ani też w drugą stronę. Umożliwia to, przynajmniej teoretycznie, że „coś” może poruszać się szybciej niż światło, ale jednocześnie owe „coś”, nigdy nie może zwolnić poniżej prędkości światła. W jaki sposób można by opisać ruch hipotetycznego tachionu? Oczywiście jako ruch wstecz w czasie, co byłoby oczywiście dość kłopotliwe, zwłaszcza dopóki takie zjawisko nie zostałoby potwierdzone doświadczalnie; zob. P. Davies, *Czas. Niedokończona rewolucja Einsteina*, tłum. L. Kallas, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2002, s. 88–89, 264–265. Więcej na ten temat można przeczytać również w: J. Magueijo, *Szybciej niż światło*, tłum. J. Skolimowski, Warszawa: Amber, 2003.

w czasoprzestrzeni). Stożek świetlny względnej przyszłości wyznacza obszar czasoprzestrzeni, na który dany punkt czasoprzestrzeni może mieć wpływ. Jest to obszar dostępny poznawczo, informacyjnie i przyczynowo dla obserwatora związanego z danym punktem czasoprzestrzeni. Z kolei stożek świetlny względnej przeszłości wyznaczany jest przez historie fotonów, albo też innych cząstek lub fal poruszających się z prędkością światła c , zbiegających się w danym punkcie czasoprzestrzeni. Tym samym obszarem względnej przeszłości określa się obszar możliwego oddziaływania (fizycznego, informacyjnego, przyczynowego) na dany punkt czasoprzestrzeni. Krzywe zerowe, wyznaczające powierzchnię stożków świetlnych dla danego punktu czasoprzestrzeni, to oczywiście nie jedyne krzywe możliwe do wyznaczenia w czasoprzestrzeni. Istnieją jeszcze tak zwane krzywe czasopodobne, oraz krzywe przestrzennopodobne. Pierwsze są to historie cząstek poruszających się wolniej niż prędkość światła c , które mogą reprezentować historie cząstek materialnych, to znaczy posiadających niezerową masę spoczynkową²⁴⁴. Krzywe czasopodobne znajdują się wewnątrz stożka świetlnego, a granicą dla nich jest powierzchnia stożka wyznaczona przez krzywe zerowe. Z kolei krzywe przestrzennopodobne są to krzywe leżące poza stożkiem świetlnym. Obrazowałyby one, dla danego punktu czasoprzestrzeni, historie cząstek poruszających się szybciej niż prędkość światła c . Z kolei obszar wyznaczany przez te krzywe określa się, ze względu na istniejące w szczególnej teorii względności ograniczenie prędkości tylko do prędkości światła c , jako obszar zabroniony. Innym określeniem, bliżej związanym z zagadnieniem czasu, jest określenie obszaru leżącego poza stożkiem świetlnym danego zdarzenia w czasoprzestrzeni jako obszaru absolutnej teraźniejszości tego zdarzenia.

Cokolwiek ma miejsce w obszarze zabronionym, nie może oddziaływać w żaden sposób na dany punkt czasoprzestrzeni. Oczywiście po pewnym czasie, gdy „kreślący” w czasoprzestrzeni swoją historię punkt zmieni swoje czasoprzestrzenne położenie, a tym samym zmianie ulegnie również jego obszar zakazany, może nastąpić oddziaływanie fizyczne, przyczynowe, czy też przekaz informacji pomiędzy danym punktem czasoprzestrzeni, a innym punktem, który był „wcześniej” w obszarze absolutnej teraźniejszości tego pierwszego punktu. Istnienie obszaru zakazanego widać chociażby na przykładzie naszego układu słonecznego. Odległość Ziemi od Słońca wynosi

²⁴⁴ O takich krzywych mówi się oczywiście raczej w kontekście ogólnej teorii względności, gdyż kosmologiczny model wszechświata w szczególnej teorii względności jest modelem tak zwanego pustego wszechświata, w którym materia nie występuje. Będzie o tym mowa w dalszej części niniejszego podrozdziału.

około 8 minut świetlnych. Czyli fotony ze Słońca potrzebują około 8 minut na dotarcie do powierzchni Ziemi. Gdyby teraz, z jakiegoś powodu Słońce zniknęło – na przykład w tajemniczy sposób wyparowało – to dopiero po ośmiu minutach informacja o tym dotarłaby do Ziemi. Również dopiero po tym czasie rozpoczęłyby się zaburzenia związane ze zniknięciem tak dużej masy z naszego układu planetarnego. Inaczej mówiąc, dopiero po 8 minutach Ziemia weszłaby w stożek świetlny względnej przyszłości obszaru czasoprzestrzeni związanego ze Słońcem. Do tego momentu zaś, czyli przez około 8 minut, ludzie na Ziemi żyliby w „błogiej nieświadomości” katastrofy, która zaszła²⁴⁵. I tutaj pojawia się zagadnienie związane z czasem. Chodzi o określenie tego, co uznaje się za teraźniejsze, a co za przeszłe. Ma to niebagatelny wpływ na określenie tego, co można uznać za realnie istniejące dla danego obserwatora²⁴⁶. Czy ewentualne wyparowanie Słońca, którego skutki dotrą do układu odniesienia związanego z Ziemią po około 8 minutach można określić jako skutki czegoś, co się już wydarzyło, czy też wyparowanie Słońca wydarza się, z punktu widzenia Ziemi, w momencie, gdy obraz tej katastrofy i jej skutki fizyczne docierają do naszej planety. Co w rozpatrywanym przypadku tak naprawdę na nas oddziałuje? Przy próbie odpowiedzi na takie pytanie można w którymś momencie dojść do wniosku, że w rozpatrywanym przypadku Ziemia odczuwa skutki czegoś, czego już nie ma, co już nie istnieje, co nie jest realne²⁴⁷. Aby tego uniknąć, prowadząc rozważania dotyczące czasu z uwzględnieniem szczególnej teorii względności, można odrzucić w punkcie wyjścia opisaną możliwość jako nonsensowną i opowiedzieć się za blokową koncepcją czasu, czyli, tak naprawdę, za eternalizmem²⁴⁸. W blokowej koncepcji czasu nie jest aż tak bardzo istotne, co stanowi teraźniejszość, co przyszłość, a co przeszłość, gdyż każda z tych dziedzin czasu ma ten sam status ontyczny. Zresztą już sam

²⁴⁵ Zob. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa: Alfa, 1990, s. 34–37.

²⁴⁶ Oczywiście przy założeniu wstępnym, że dla danego obserwatora w zbiorze rzeczy uznawanych za realnie istniejące znajdują się również rzeczy (względnie zdarzenia) teraźniejsze względem niego.

²⁴⁷ Por. J. Gołosz, *Upływ czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 119–120.

²⁴⁸ Dla porządku tylko zaznaczyć trzeba, że według mnie eternalizmu nie można utożsamiać w pełni ze szczególną teorią względności. Są to zupełnie inne poziomy metodologiczne. Eternalizm jest koncepcją filozoficzną, zaś szczególna teoria względności przynależy do dziedziny fizyki. Więcej na temat możliwości wykorzystywania w prowadzonych rozważaniach filozoficznych danych pochodzących z nauk szczegółowych można znaleźć m.in. w: J. Turek, *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2009.

Einstein przyznawał, że, z punktu widzenia fizyki, rozróżnienie na teraźniejszość, przeszłość i przyszłość wydaje się być iluzoryczne, co wskazuje na to, że cały problem dla fizyka nie ma aż tak wielkiego znaczenia²⁴⁹. Co innego filozofowie lub filozofujący fizycy. Na przykład zwolennicy prezentyzmu – czyli ci, którzy opowiadają się za istnieniem obiektywnego upływu czasu oraz realnym istnieniem wyłącznie teraźniejszości – próbują uzgodnić swoje poglądy ze szczególną teorią względności. Pojęcie jednej dla wszystkich obserwatorów teraźniejszości, sensowne w fizyce klasycznej, musiało zostać zastąpione przez teraźniejszość zrelatywizowaną do lokalnego układu odniesienia. Podobnie również upływ czasu zmienił swój status, to jest został ulokalniony. Każdy obserwator ma swój własny upływ czasu – analogicznie do tego, że w szczególnej teorii względności każdy obserwator ma swój czas własny²⁵⁰.

Rewolucja w rozumieniu tego, czym jest czas, zapoczątkowana w szczególnej teorii względności, dopełniła się za sprawą ogólnej teorii względności. Jeżeli chodzi o obrazowanie struktury naszego Wszechświata, szczególna teoria względności jest modelem mało dokładnym. Szczególna teoria względności ogranicza się tylko do opisu układów inercjalnych. Nie mówi nic o ruchach przyspieszonych. Jednocześnie kosmologiczny model dla szczególnej teorii względności (czyli model czasoprzestrzeni z metryką Minkowskiego) jest modelem „pustego wszechświata”, czyli wszechświata, w którym nie występują żadne materialne obiekty posiadające masę. Dlatego też Einstein kilka lat po ogłoszeniu szczególnej teorii względności uogólnił swoją teorię tak, aby obejmowała układy poruszające się ruchem przyspieszonym i jednocześnie włączył w to wszystko siłę grawitacji. Pozwalało to uwzględnić istnienie ciał obdarzonych masą. Ogólna teoria względności oparta jest na tak zwanej zasadzie równoważności. Głosi ona, najogólniej mówiąc, że ruch przyspieszony jest równoważny oddziaływaniu grawitacyjnemu. Halliday, Resnick i Walker podają następujące wyjaśnienie owej zasady: „Gdyby fizyka zamknąć w niedużym pojemniku [...] nie mógłby on stwierdzić, czy pojemnik spoczywa na Ziemi (znajdując się pod działaniem ziemskiej siły

²⁴⁹ Por. P. Davies, dz. cyt., s. 76.

²⁵⁰ Zob. J. Gołosz, *Upływ czasu i ontologia*, dz. cyt., s. 103–145. W tym fragmencie swojej pracy Gołosz stara się pogodzić poglądy związane z prezentyzmem oraz z endurantyzmem ze szczególną i ogólną teorią względności. Przy czym autor dochodzi do wniosku, że nie tyle można w pełni uzgodnić te dwa poglądy, lecz że w teoriach fizyki, w tym i w teorii względności, na poziomie przedzałożeń przyjmuje się obiektywność upływu czasu oraz endurantyzm.

ciężkości) [...], czy też porusza się w przestrzeni kosmicznej z przyspieszeniem równym $9,8 \text{ m/s}^2$ (znajdując się jedynie pod wpływem siły wywołującej to przyspieszenie) [...]. W obu przypadkach czułby się tak samo i taki sam ciężar odczuwałby na swej wadze. Co więcej, gdyby obserwował ciało spadające swobodnie w pojemniku, przyspieszenie tego ciała względem niego też byłoby takie samo w obydwu przypadkach”²⁵¹. Jednocześnie ruch przyspieszony w czasoprzestrzeni, w odróżnieniu od ruchu jednostajnego, obrazuje się za pomocą krzywych²⁵² (ruch jednostajny jest reprezentowany przez linie proste). Połączenie powyższych własności doprowadziło do równoważności pomiędzy zakrzywieniem czasoprzestrzeni a polem grawitacyjnym²⁵³. Autorzy podręcznika filozofii przyrody pt. *Tajemnice natury* zwracają uwagę, że: „Cały wysiłek Einsteina w budowaniu nowej teorii grawitacji sprowadzał się więc do znalezienia matematycznej formuły opisującej odpowiednio relację łączącą geometrię czasoprzestrzeni [szczególnej teorii względności] z obecną w niej materią podlegającą ruchowi”²⁵⁴. Przyrównał on tak zwany tensor Ricciego, który opisuje krzywiznę i metrykę czasoprzestrzeni do tensora energii-pędu, który z kolei zawiera informacje o rozkładzie mas, energii i pędów. Ostatecznie otrzymał Einstein równanie tensorowe²⁵⁵,

251 D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 2, tłum. M. Łukaszewski, W. Komar i R. Bożek, Warszawa: PWN, 2006, s. 49.

252 Przy czym pojęcia „krzywej” używam w węższym sensie niż w poprzednich akapitach, gdzie krzywymi w czasoprzestrzeni były określane zarówno krzywe zerowe (czyli *de facto* linie proste) oraz krzywe czasopodobne i przestrzennopodobne, które w szczególnej teorii względności również są liniami prostymi, różniącymi się od krzywych zerowych kątem nachylenia do osi współrzędnych. Dzieje się tak dlatego, że w szczególnej teorii względności czasoprzestrzeń jest geometrycznie płaska, czyli krzywizna czasoprzestrzeni dla szczególnej teorii względności jest zerowa.

253 Materia wypełniająca czasoprzestrzeń jest źródłem pola grawitacyjnego. Podstawową ideą ogólnej teorii względności jest to, że „źródłem pola grawitacyjnego jest rozkład mas, energii i pędów, a zatem można powiedzieć, że rozkład mas, energii i pędów odkształca (zakrzywia) czasoprzestrzeń”, M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 227.

254 G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 166.

255 Jawną postać równania ogólnej teorii względności wygląda następująco: $R_{ik} - \frac{1}{2}Rg_{ik} = -\kappa T_{ik}$, gdzie R_{ik} jest tensorem drugiego rzędu po zwężeniu tensora krzywizny Riemanna czwartego rzędu, R jest skalarą powstałym przez dwukrotne wykonanie operacji zwężenia na tensorze Riemanna, g_{ik} z kolei jest to tensor metryczny (dzięki niemu można, na podstawie składowych owego tensora, odtworzyć metrykę czasoprzestrzeni), zaś T_{ik} jest tensorem energii-pędu, a κ stanowi tzw. Einsteińską stałą grawitacji proporcjonalną do stałej grawitacji Newtona. Użyłem określenia „równanie” w liczbie pojedynczej, niemniej przedstawione

które pozwalało odtworzyć globalny rozkład i oddziaływanie materii na czasoprzestrzeń. Jednocześnie ogólna teoria względności umożliwia stworzenie modelu wszechświata bardziej podobnego do rzeczywistego, bo uwzględniającego istnienie w nim materii. Z równań ogólnej teorii względności wynikało również, co zostało później potwierdzone doświadczalnie, że zakrzywienie czasoprzestrzeni spowodowane przez materię, jest źródłem relatywistycznych efektów analogicznych do tych, jakie występowały w czasoprzestrzeni szczególnej teorii względności²⁵⁶. A więc materia posiadająca odpowiednio dużą masę może powodować relatywistyczny efekt dylatacji czasu. Równoważność siły grawitacji i przyspieszenia powoduje, że silne pole grawitacyjne spowalnia upływ czasu²⁵⁷, aż do całkowitego jego zatrzymania w punkcie osobliwym, czyli takim, w którym krzywizna czasoprzestrzeni jest nieskończona (przy takim zakrzywieniu czasoprzestrzeni składowa czasowa musi mieć również nieskończoną krzywiznę). Problem istnienia osobliwości we Wszechświecie opisywanym przez ogólną teorię względności oraz w modelu na niej opartym, czyli w modelu Wielkiego Wybuchu, będzie omawiany w następnym podrozdziale. Jednocześnie ogólna teoria względności daje możliwość przezwyciężenia lokalności w opisie struktury Wszechświata oraz pozwala na opisanie ewolucji Wszechświata jako całości. Informację na temat wielkoskalowej struktury czasoprzestrzeni, która jest zależna od rozkładu mas we Wszechświecie, można uzyskać poprzez rozwiązanie nieliniowych

równanie tensorowe jest równoważne dziesięciu równaniom skalarnym. Dlatego też spotyka się w literaturze określenia w liczbie mnogiej, czyli można mówić również o „równaniach” ogólnej teorii względności; zob. M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 228; G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 167.

²⁵⁶ Zresztą czasoprzestrzeń ogólnej teorii względności lokalnie jest płaska, a więc lokalnie ogólna teoria względności redukuje się do szczególnej teorii względności. „Czasoprzestrzeń ogólnej teorii względności jest opisywana geometrią pseudoriemannowską – relatywistyczną (występuje wyrażenie $-c^2t^2$) i mogącą posiadać krzywiznę niezerową. Okazało się, że każdy punkt tej czasoprzestrzeni ma taką własność, że w dowolnie małym otoczeniu tego punktu mamy do czynienia z pseudoeuklidesową czasoprzestrzenią Minkowskiego. Oznacza to, że lokalnie, w zakrzywionej czasoprzestrzeni ogólnej teorii względności, obowiązuje płaska czasoprzestrzeń szczególnej teorii względności”, tamże.

²⁵⁷ Owa dylatacja czasu spowodowana przez pole grawitacyjne została potwierdzona doświadczalnie. Różnica w natężeniu pola grawitacyjnego dla dwóch zsynchronizowanych ze sobą zegarów atomowych, wynikająca z różnej odległości od środka Ziemi tych zegarów i będąca skutkiem umieszczenia owych zegarów na różnej wysokości nad Ziemią, prowadzi do ich desynchronizacji; zob. P. Davies, dz. cyt., s. 107–110.

równań różniczkowych ogólnej teorii względności²⁵⁸. Przywraca to częściowo nadzieję na odnalezienie globalnej historii, czy wręcz globalnego czasu Wszechświata. Okazuje się, że korzystając z zasady Macha oraz przyjmując założenie o jednorodności i izotropowości Wszechświata (tak zwana zwykła zasada kosmologiczna), można wprowadzić pojęcie średniej (globalnej) gęstości materii dla całego Wszechświata²⁵⁹, jak i wprowadzić jeden (globalny) układ odniesienia, względem którego cała materia we Wszechświecie pozostaje w spoczynku²⁶⁰. Generalnie, istnienie czasu globalnego w ogólnej teorii względności zostało udowodnione przez R. P. Robertsona i A. G. Walkera. Jeżeli dany wszechświat jest jednorodny i izotropowy oraz obowiązuje w nim zasada kosmologiczna, to ów wszechświat opisywany za pomocą metryki posiada globalny czas. Oczywiście tak rozumiany czas globalny nadal posiada relatywistyczne własności, czyli przysługuje mu wspomniana już względność (dylatacja czasu) na skutek oddziaływania silnego pola grawitacyjnego, którego źródłem są duże skupiska materii²⁶¹. Oczywiście należy pamiętać, że ów globalny czas Wszechświata jest jakościowo czymś innym niż absolutny czas fizyki Newtonowskiej. Dodatkowo też należy stwierdzić, że został on wyróżniony niejako „na zamówienie” kosmologów, którzy, chcąc opisywać ewolucję „w czasie” całego Wszechświata, potrzebowali, aby Wszechświat miał jedną historię, tak jak to było w klasycznej fizyce²⁶².

258 Zob. G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 168.

259 Tym samym można również używać pojęcia jednej krzywizny całej czasoprzestrzeni, co ma ogromne znaczenie w modelach kosmologicznych Friedmana–Lemaître’a.

260 Zob. G. Bugajak, J. Kukowski, A. Latawiec, A. Lemańska, D. Ługowska, A. Świeżyński, dz. cyt., s. 169.

261 „Istnienie czasu kosmicznego, który wyznacza wspólny czas dla całego wszechświata, nie jest sprzeczne z teorią względności, zgodnie z którą upływ czasu jest różny w różnych układach odniesienia. Każdy z hipotetycznych obserwatorów posiada swój własny czas, lokalny czas, jednakże w tym przypadku zakłada się, że obserwatorzy poruszają się razem z galaktykami, które podlegają ekspansji wszechświata (stąd mówi się o współporuszających się układach odniesienia) i dzięki temu lokalne czasy obserwatorów można ze sobą uzgodnić, otrzymując jednej wspólny czas kosmiczny”, M. Heller, T. Pabjan, *Elementy filozofii przyrody*, Tarnów: Biblos, 2007, s. 149.

262 Tak naprawdę w ogólnej teorii względności najbardziej fizycznym, w sensie, o jakim była mowa na początku tego podrozdziału (czyli w sensie tego, co mierzą zegary), jest czas lokalny tworzony przez krzywe czasopodobne materialnych cząstek w czasoprzestrzeni. Taki czas jest wielkością dynamiczną, a także jest własnością pola grawitacyjnego. Czas globalny zaś, określane też jako czas kosmiczny, utworzony zostaje poprzez wyróżnienie w czasoprzestrzeni zbioru hiperpowierzchni trzywymiarowych przestrzennopodobnych,

Istnienie globalnego czasu dla czasoprzestrzeni opisywanej przez ogólną teorię względności pozwala na budowanie modeli kosmologicznych. Owe modele powstają jako efekt wyszukiwania rozwiązań równań ogólnej teorii względności zastosowanych do Wszechświata jako układu fizycznego²⁶³. Początek takich działań bierze się od samego Einsteina, który zaproponował model statycznego wszechświata oparty na jednym z możliwych rozwiązań równań ogólnej teorii względności, uzupełnionym o gwarantujący statyczność tegoż modelu człon kosmologiczny. Następnie inne modele powstawały jako skutek znajdowania kolejnych rozwiązań tych równań przez wielu wybitnych teoretyków²⁶⁴. Jednocześnie wraz z rozwojem astronomii oraz astrofizyki dane empiryczne płynące z tych nauk coraz bardziej umożliwiały weryfikowanie owych modeli. Ogólny schemat testowania modelu kosmologicznego można przedstawić następująco. W każdym teoretycznym modelu kosmologicznym powinno się móc wyznaczyć tak zwane „obserwable kosmologiczne”, czyli charakterystyczne dla danego modelu wielkości, których wartości można z jednej strony wyliczyć teoretycznie, a z drugiej są one możliwe do wyznaczenia na podstawie obserwacji. Z wyliczeń teoretycznych wyznacza się tak zwaną „krzywą teoretyczną”, na którą nanosi się, w celu porównania, wyniki obserwacji²⁶⁵. Jeżeli wyniki obserwacji, po uwzględnieniu błędów pomiarowych, w dużym stopniu pokrywają się z krzywą teoretyczną, wtedy można uznać dany model kosmologiczny za potwierdzony przez dane empiryczne. Jeżeli rozbieżności są duże, wtedy należy uznać, że

które można interpretować jako przestrzenie zdarzeń równoczesnych, czyli jako chwilowe przestrzenie fizyczne. Następuje tu – oczywiście do pewnego stopnia w sposób konwencjonalny, bo tego typu podziałów czasoprzestrzeni może być nieskończenie wiele – wyróżnienie współrzędnej czasowej. Leszek Sokołowski tak to ujmując: „Ta zmienna czasowa numeruje chwilowe 3-przestrzenie, które są zbiorami zdarzeń równoczesnych, w tym sensie, że każde dwa zdarzenia na danej hiperpowierzchni mają tę samą współrzędną czasową”. Owa współrzędna narasta monotonicznie wzdłuż każdej krzywej czasopodobnej i zerowej, czyli posiada własność przypisywaną czasowi; zob. L. M. Sokołowski, *Czas a grawitacja kwantowa*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 27(2000), s. 11–14, <http://www.obi.opoka.org.pl/zfn/027/zfn02701Sokolowski.pdf> (dostęp: 16.12.2016). Cytat zamieszczony w niniejszym przypisie pochodzi ze strony 12 tegoż artykułu.

²⁶³ Por. A. Łukasik, *Czas i wieczność w filozofii przyrody*, „Ethos” 99(2012), z. 3, s. 199–200.

²⁶⁴ Do najbardziej znanych rozwiązań równań ogólnej teorii względności należą rozwiązania zaproponowane przez Friedmana, Lemaitre’a, de Sittera, czy też Gödla. Bardzo często mówi się wręcz o wszechświatach Friedmana, Lemaitre’a itp.

²⁶⁵ Krzywa teoretyczna powstaje najczęściej na skutek zestawienia dwóch obserwabli i sporządzenia wykresu zależności jednej obserwabli od drugiej.

dany model kosmologiczny jest niezgodny z rzeczywistością, a więc nie jest modelem naszego Wszechświata. Do najważniejszych obserwacji można zaliczyć przesunięcie ku czerwieni widm odległych galaktyk, temperaturę promieniowania reliktowego, średnice kątowe galaktyk, czy też ich widoczną jasność. To dzięki testom tych właśnie obserwacji, przy czym do najbardziej istotnych należą pomiary przesunięć ku czerwieni oraz pomiary temperatury promieniowania reliktowego, udało się zawęzić grupę możliwych modeli kosmologicznych do pewnego typu modeli Friedmana–Lemaître’a, a to ostatecznie umożliwiło wypracowanie tak zwanego standardowego modelu kosmologicznego. Będzie on omówiony w następnym podrozdziale.

Trzecią teorią fizyki XX wieku, mającą wpływ na rozumienie czasu, jest mechanika kwantowa. W mechanice kwantowej, teorii zajmującej się opisywaniem własności materii w najmniejszych skalach, czas może pełnić zasadniczo jedną z trzech ról²⁶⁶. Pierwsza sprowadza się do bycia parametrem zewnętrznym. Czas w tym przypadku jest swego rodzaju parametrem tła i można go porównać do jednego z elementów sceny dla zjawisk zachodzących w mikroświecie. Nie różni się to znacząco od tego, czym czas jest w fizyce klasycznej. Czas jako parametr zewnętrzny może być mierzony za pomocą zegarów, które nie są sprzężone z układem obserwowanym, a więc pomiar tak rozumianego czasu nie jest uwikłany w kwantowo-mechaniczne problemy. Andrzej Gózdź przytacza przykład eksperymentu, w którym bada się przelot danej cząstki z jednego punktu do drugiego, np. fotonu ze źródła do detektora. W tego typu eksperymentach z dość wysoką dokładnością są spełniane klasyczne relacje kinematyczne pomiędzy drogą, prędkością obiektu i czasem przebycia danej drogi. „Wynik ten tylko nas utwierdza, że taki czas mierzony przy pomocy zewnętrznego w stosunku do poruszającego się obiektu zegara może być traktowany tak, jak w mechanice klasycznej, czyli jako parametr. Uważa się przy tym, że czas zewnętrzny nie podlega zasadzie nieoznaczoności”²⁶⁷.

Drugim ujęciem czasu, jakie można zaobserwować na terenie mechaniki kwantowej, jest traktowanie czasu jako tzw. czasu wewnętrznego układu. W tym przypadku czas jest określany przez dowolne wielkości dynamiczne charakteryzujące dany układ kwantowy. Jednakże wiążą się z pojęciem czasu wewnętrznego już pewne kontrowersje. Wojciech Grygiel przytacza pogląd, że w zasadzie nie można mówić o istnieniu jednego

²⁶⁶ Zob. A. Gózdź, *Czas kwantowy*, w: *Relacja nauka – wiara. Nowe ujęcie dawnego problemu*, red. J. Golbiak i M. Hereć, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2014, s. 42.

²⁶⁷ Tamże, s. 43.

kwantowo-mechanicznego operatora czasu²⁶⁸. M. Srinivas i R. Vijayalakshmi w artykule *The 'Time of Occurrence' in Quantum Mechanics* wskazują, że nie można mówić o jednym czasie dla danego układu kwantowego, lecz że dla każdego możliwego stanu tegoż układu należy określić właściwe czasy wewnętrzne. Owe czasy tworzą pewien zbiór, zaś kwantowa teoria powinna umożliwiać obliczenie prawdopodobieństwa zajścia danego zdarzenia (czyli przejścia układu kwantowego z jednego stanu do drugiego), do którego przypisać można dany element tegoż zbioru, czyli jeden z możliwych czasów wewnętrznych²⁶⁹. W takim przypadku można czas wewnętrzny definiować w powiązaniu ze średnią wartością danej obserwabli badanego układu w danym stanie kwantowym.

Dlatego też zasada nieoznaczoności Heisenberga, czyli jedno z podstawowych praw mechaniki kwantowej²⁷⁰, w odniesieniu do pomiarów czasu i energii ma dość niejasny status. Przynajmniej dużo mniej jasny niż nieoznaczoność dla innej pary sprzężonej, czyli dla położenia i pędu. Józef Misiek stwierdza wręcz, że zasada nieoznaczoności dla czasu i energii ma inny charakter niż zasada nieoznaczoności dla położenia i pędu. Choć

²⁶⁸ Por. W. P. Grygiel, *Czy czas jeszcze płynie w fizyce? Ontologia czasu a współczesne teorie fizyczne*, „Logos i Ethos” 28(2010), z. 1, s. 112–113. Z kolei Józef Misiek, omawiając kontrowersje związane z relacją nieoznaczoności dla czasu i energii, stwierdza: „Nie wiadomo, czy można zdefiniować operator czasu dla każdego układu kwantowego”, J. Misiek, *Zasada nieoznaczoności*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 431.

²⁶⁹ M. D. Srinivas, R. Vijayalakshmi, *The 'Time of Occurrence' in Quantum Mechanics*, „Pramana” 16(1981), z. 3, s. 173–174, <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02848181> (dostęp: 16.12.2016).

²⁷⁰ Zasada nieoznaczoności została sformułowana po raz pierwszy w 1927 roku przez Wernera Heisenberga. W ramach zasady nieoznaczoności stwierdza się, że istnieją takie pary wielkości fizycznych (wielkości kanonicznie sprzężone), odnoszące się do tego samego obiektu – np. elektronu, które nie mogą mieć równocześnie ściśle określonych wartości. Owa nieokreśloność ma charakter fundamentalny i nie jest związana z niedokładnością wykonywanych pomiarów. Tym samym zasada nieoznaczoności wyznacza granicę stosowalności pojęć i teorii fizyki klasycznej, gdzie niezbędne jest przypisanie dokładnych wartości wszystkim wielkościom. Heisenberg wskazał na przypadek zasady nieoznaczoności dotyczący położenia i pędu. Poza tym w języku mechaniki kwantowej można wyrazić tzw. ogólne oraz absolutne sformułowanie relacji nieoznaczoności, przez co wykazuje się wspomnianą już fundamentalność owej zasady. Więcej na ten temat – zob. J. Misiek, dz. cyt., s. 427–432; R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, dz. cyt., s. 103–105; R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przystawa, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2006, s. 499–500.

wyrażenia opisujące obydwie zasady są podobne, to różny ma być ich sens fizyczny²⁷¹. Wynika to z faktu, że tylko położenie i pęd mają swoje operatory kwantowo-mechaniczne, które, zastosowane do równania funkcji falowej, pozwalają uzyskać – oczywiście w granicach określonych właśnie zasadą nieoznaczoności – informacje o tych właśnie parametrach badanego układu. Z drugiej strony Misiek przyznaje, że daleko jest jeszcze do rozstrzygnięcia zagadnienia interpretacji zasady nieoznaczoności. Co więcej, widzi on ten problem jako integralną część szerszej dyskusji na temat interpretacji mechaniki kwantowej²⁷². Z kolei Roger Penrose, wskazując na inny status fizyczny zasady nieoznaczoności dla czasu i energii, dopuszcza taką interpretację owej zasady, która daje możliwość stwierdzenia, że tak jak nie można określić z dowolną dokładnością dwóch zmiennych położenia i pędu, podobnie też – zgodnie z relacjami nieoznaczoności – nie da się zmierzyć z dowolną dokładnością energii badanej cząstki w danym przedziale czasu²⁷³. Podobnie zagadnienie to prezentują Coveney i Highfield: „Precyzyjny pomiar energii układu w określonym stanie kwantowym możemy wykonać tylko wtedy, jeśli zrezygnujemy z wiedzy, jak długo układ istnieje w tym stanie. Jeśli znamy dokładnie czas życia układu, to nie możemy nic powiedzieć o jego energii”²⁷⁴. Dlatego też mechanika kwantowa, obok szczególnej i ogólnej teorii względności, wpływa również na rozumienie czasu i tym samym zmienia jego obraz.

W mechanice kwantowej poszukuje się niekiedy – wbrew determinizmowi oraz symetryczności względem odwrócenia czasu równania Schrödingera – podłoża dla wyróżnionego kierunku upływu czasu, czyli tak zwanej strzałki czasu. Źródłem asymetrii czasu, która na poziomie makroskopowym jest udziałem naszego ludzkiego doświadczenia, mają być pewne zjawiska obserwowane na poziomie kwantowym. Chodzi o niezachowywanie symetrii odwrócenia czasu T , która jest udziałem praw fizyki klasycznej, a która to symetria – paradoksalnie – wraz z symetrią sprzężenia ładunkowego C oraz symetrią odwrócenia parzystości P , tworzy tzw. zasadę niezmienniczości CPT , która należy do grupy zasad bezwzględnych, czyli takich, które

²⁷¹ Dla czasu i energii zasada nieoznaczoności Heisenberga przyjmuje postać: $\Delta t \Delta E \geq \frac{1}{2} \hbar$. Według Józefa Miśki sens fizyczny takiego wyrażenia jest niejasny; zob. J. Misiek, dz. cyt., s. 431–432.

²⁷² Zob. tamże, s. 432.

²⁷³ Zob. R. Penrose, dz. cyt., s. 500.

²⁷⁴ P. Coveney, R. Highfield, *Strzałka czasu. Jak rozwiązać największą tajemnicę nauki*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 1997, s. 123.

obowiązują zawsze²⁷⁵. Sama zaś symetria odwrócenia czasu T nie jest zachowywana np. w przypadku zjawisk związanych z działaniem, tzw. słabych oddziaływań jądrowych²⁷⁶. W badaniach nad rozpadem tzw. obojętnego kaonu, przeprowadzonych po raz pierwszy już w latach 60. XX wieku przez Fitcha i Cronina okazało się, że ów rozpad obojętnego kaonu nie zawsze przebiega w jednakowy sposób. Przeważnie produktami tego rozpadu są trzy piony²⁷⁷. Jednakże raz na około pięćset przypadków rozpadu jego produktami są tylko dwa piony, co teoretycznie w warunkach przeprowadzonego eksperymentu nie powinno mieć miejsca. Kenneth Ford w następujący sposób opisuje wnioski, do jakich doszli badacze zajmujący się rozpadem obojętnego kaonu: „Obliczenia teoretyczne dowiodły, że taki rozpad jest możliwy wyłącznie w przypadku łamania połączenia symetrii CP , z czego wynika, że symetria T również nie jest zachowywana bezwzględnie”²⁷⁸. Choć łamanie symetrii T zostało potwierdzone w sposób pośredni, to wzbudziło duże poruszenie w świecie nauki. Jednoczesne łamanie symetrii CP , a co za tym idzie również łamanie symetrii T , stanowi wyjaśnienie zadziwiającego z punktu widzenia innych praw przyrody faktu, że cząstki, które określamy jako materię przeważają nad cząstkami tzw. antymaterii. W tej kwestii zaś Ford stwierdza: „Szacuje się, że na 1 000 000 000 kwarków przypadało 999 999 999 antykwarków, zatem gdy opadł kurz po »eksplozji« [czyli po Wielkim Wybuchu], okazało się, że z każdego miliarda pierwotnych

²⁷⁵ Do bezwzględnych zasad zachowania należą w pierwszej kolejności zasady tzw. „wielkiej czwórki” – czyli zasady zachowania energii, pędu, momentu pędu oraz ładunku elektrycznego. Obowiązują one w każdej skali. Na poziomie świata kwantów można zaobserwować również inne bezwzględne zasady zachowania. Należą do nich zasada zachowania liczby leptonowej (zapachu leptonów), zasada zachowania liczby barionowej (liczby kwarkowej), zasada zachowania koloru kwarków i gluonów oraz zasada niezmienniczości (zachowanie symetrii CPT); zob. K. W. Ford, *101 kwantowych pytań. Wszystko, co chcielibyście wiedzieć o świecie, którego nie widać*, tłum. J. Szajkowska, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2012, s. 192–199.

²⁷⁶ W przypadku tych oddziaływań nie są zachowywane również pozostałe składowe zasady niezmienniczości CPT . Nie są zachowywane, gdy rozpatruje się poszczególne symetrie osobno. Ale w procesach, które łączą wszystkie trzy symetrie, wspomniana zasada zachowania obowiązuje bezwzględnie.

²⁷⁷ Szczegółowy opis doświadczenia można znaleźć w: J. H. Christenson, J. W. Cronin, V. L. Fitch, R. Turlay, *Evidence for the 2π Decay of the K_2^0 Meson*, „Physical Review Letters” 13(1964), z. 4, 138–140.

²⁷⁸ K. W. Ford, dz. cyt., s. 208. Chodzi o to, że jeżeli przy niezmienniczości względem połączonych symetrii CPT dałoby się udowodnić niezmienniczość połączonych symetrii CP , wtedy koniecznie musiałaby być spełniona również sama symetria T .

kwarków przetrwał jeden. Wystarczyło to, by zaczęły się formować protony, neutrony, galaktyki, gwiazdy, planety i w efekcie, by na jednej z nich pojawiło się życie²⁷⁹. W tym leży główna siła eksplanacyjna tego odkrycia. Jednocześnie wydaje się, że istnienie pewnej asymetrii czasowej na poziomie mikroświata, być może uda się powiązać kiedyś z istnieniem strzałki czasu. Bardzo często badacze, gdy mówią o symetryczności praw przyrody względem kierunku upływu czasu, z rozmysłem ignorują istnienie owej asymetrii na poziomie słabych oddziaływań jądrowych²⁸⁰. Z drugiej strony zaś można, w kontekście możliwych przyszłych odkryć, postawić pytanie, czy inne symetrie, uważane do tej pory za bezwzględnie obowiązujące, nie są jednak podatne na łamanie. Chodzi np. o zachowanie symetrii – na poziomie kwantowym – w oddziaływaniach grawitacyjnych²⁸¹.

279 Tamże.

280 Można przytoczyć chociażby przykłady dwóch wypowiedzi – jednej fizyka, a drugiej filozofa. Jako pierwszy przykład niech posłuży Stephen Hawking, który w swojej książce *Krótką historią czasu* w jednym z rozdziałów opisuje przypadek rozpadu obojętnego kaonu. Pojawiają się stwierdzenia typu „gdy zmienia ulega kierunek czasu, prawa fizyki muszą się zmieniać również – czyli nie zawsze obowiązuje symetria T ” albo też „[z] pewnością Wszechświat w początkowym okresie swego istnienia nie zachowuje się w sposób zgodny z symetrią T ”. Jednocześnie kilka rozdziałów dalej ten jeden z najbardziej znanych na świecie fizyków teoretycznych stwierdza, że: „We wszystkich normalnych sytuacjach prawa nauki rządzące zachowaniem materii nie ulegają zmianie pod działaniem wyłącznie połączonych symetrii C i P . [...] Jeżeli prawa nauki nie ulegają zmianie pod wpływem kombinacji CP i CPT , to muszą również nie zmieniać się pod działaniem samej operacji T ”, S. W. Hawking, *Krótką historią czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 80, 136. Z kolei Huw Price, australijski filozof, w swojej książce poświęconej asymetrii czasu pt. *Strzałka czasu i punkt Archimedes* przyznaje, że „istnieje chyba jeden drobny wyjątek od zasady, że podstawowe prawa fizyki są symetryczne względem czasu”, gdyż „zachowanie obojętnego kaonu rozróżnia, w bardzo niewielkim stopniu, przeszłość od przyszłości”, a to stawia pod znakiem zapytania powiązanie tej asymetrii ze „znajomymi asymetrami wielkoskalowymi”. Ostatecznie więc „najlepszą strategią jest odsunięcie na bok przypadku kaonu i badanie lepiej znanych strzałek czasu w fizyce, tak jakby nie istniały wyjątki od zasady, że prawa natury są symetryczne względem czasu”, H. Price, dz. cyt., s. 31.

281 Por. K. W. Ford, dz. cyt., s. 200: „Widać tu pewną regułę – oddziaływania silne podlegają niemalże wszystkim zasadom zachowania, oddziaływania elektromagnetyczne zachowują już nieco mniejszą liczbę wielkości, natomiast podczas oddziaływań słabych jest łamanych jeszcze więcej zasad zachowania. Wniosek ten rodzi natychmiast kolejne pytanie, na które do tej pory nikt nie zdołał udzielić odpowiedzi – czy w oddziaływaniu grawitacyjnym, najsłabszym ze wszystkich nam znanych, zostaną złamane kolejne zasady zachowania? Jeżeli okaże się, że tak, będziemy musieli pogodzić się z faktem, że niektóre z zasad, które dziś uważamy za bezwzględne, w rzeczywistości mają jedynie częściowe zastosowanie”.

Na koniec należy wspomnieć o trzecim możliwym ujęciu czasu w ramach mechaniki kwantowej, a mianowicie chodzi o ujęcie czasu jako obserwabli kwantowej (zmiennej dynamicznej układu kwantowego). Takie podejście jest czymś naturalnym z punktu widzenia struktury mechaniki kwantowej. Jednocześnie takie potraktowanie czasu wywołuje jednak pewne kontrowersje. Z jednej strony tak rozumiany czas umożliwia wyjaśnienie pewnych danych eksperymentalnych, z drugiej zaś mocno narusza niektóre powszechnie akceptowane twierdzenia o czasie jako takim. Czas przestaje mieć wyróżniony względem przestrzeni charakter. Okazuje się bowiem, że pewne eksperymenty wskazują, że możliwa jest interferencja w czasie. Analogiczne do zjawiska interferencji w przestrzeni zjawisko interferencji w czasie po raz pierwszy próbowano obserwować już w latach 70. XX wieku. Jednakże dopiero w 2005 roku udało się osiągnąć zadowalające rezultaty w eksperymencie wykorzystującym impuls lasera attosekundowego²⁸². W eksperymencie tym pole elektryczne E impulsu laserowego może spowodować emisję elektronu tylko w wierzchołkach owego impulsu. Badany impuls zawierał dwa wierzchołki dolnego minimum amplitudy oraz jeden wierzchołek górnego maksimum. Czas trwania procesu emisji elektronu był dłuższy niż odległość czasowa między poszczególnymi wierzchołkami, co uniemożliwiało stwierdzenie, który wierzchołek spowodował emisję. Jednakże w widmie badanego elektronu zaobserwowano efekty interferencyjne tam, gdzie występowały dwa wierzchołki oraz efekty dyfrakcyjne tam, gdzie występował jeden wierzchołek. Takie wyniki można zinterpretować w ten sposób, że związana z procesem emisji elektronu interferencja zachodzi niejako w dwóch różnych chwilach czasu jednocześnie²⁸³. Oczywiście brzmi to paradoksalnie. Jak to możliwe, że jedno zjawisko jest efektem jednoczesnego działania w dwóch różnych (choć blisko siebie położonych) chwilach czasu. Co więcej, wydaje się to naruszać zasadę przyczynowości.

Jeszcze bardziej paradoksalne – o ile można tak powiedzieć – są wyniki eksperymentów z tzw. opóźnionym wyborem. Idea tego eksperymentu została po raz pierwszy przedstawiona przez Johna Wheelera. Chodzi w nim o modyfikację klasycznego doświadczenia z dwiema szczelinami. Standardowy eksperyment z dwiema szczelinami – pokazujący

²⁸² Zob. F. Lindner, M. G. Schätzel, H. Walther, A. Baltuška, E. Goulielmakis, F. Krausz, D. B. Milošević, D. Bauer, W. Becker, G. G. Paulus, *Attosecond Double-Slit Experiment*, „Physical Review Letters” 95(2005), z. 4, 040401-1–040401-4, <http://arxiv.org/pdf/quant-ph/0503165v2.pdf> (dostęp: 16.12.2016).

²⁸³ Zob. A. Gózdź, dz. cyt., s. 44–45.

korpuskularno-falową naturę światła – musi zostać zmodyfikowany w taki sposób, aby ingerencja w układ pomiarowy (której efektem jest odpowiednio albo pojawienie się na kliszy obrazu interferencyjnego, albo brak tegoż obrazu) następowała już po ewentualnym przejściu cząstki badanej (fotonu) przez układ szczelin (foton w zależności od tego, czy powstaje obraz interferencyjny, czy też nie, wybiera przejście bądź przez obie szczeliny na raz – wtedy następuje interferencja, bądź przechodzi tylko przez jedną szczelinę)²⁸⁴. Kosmologiczna wersja tegoż eksperymentu jeszcze bardziej uwypukla paradoksalność zachowania się cząstek mikroświata. Idea eksperymentu była już wielokrotnie przedstawiana w literaturze²⁸⁵. Można ją w skrócie zaprezentować następująco. Obserwując na Ziemi docierające do niej fotony, można wyobrazić sobie sytuację, że dany foton, lecąc z odległej galaktyki – np. jako część strumienia fotonów z odległego kwazaru – w kierunku Ziemi, napotyka na swej drodze bardzo masywne ciało niebieskie, np. gwiazdę. Gwiazda ta działa jak soczewka grawitacyjna i zakrzywia nieco bieg owego strumienia fotonów. Według klasycznej interpretacji poszczególne fotony jako cząstki powinny przejść albo z jednej albo z drugiej strony „soczewkującej grawitacyjnie” gwiazdy. Oczywiście nie można zapomnieć o korpuskularno-falowych właściwościach światła. Dlatego też należy założyć, że fotony, przechodząc obok gwiazdy, mogły również interferować. Taki kosmiczny strumień fotonów można rejestrować – przynajmniej teoretycznie – w taki sam sposób, jak w doświadczeniu z dwiema szczelinami. Czyli, jeżeli ustawimy się detektor, np. w postaci teleskopu, który pozwala na wykrycie, jaką drogą podróżował foton, wtedy na kliszach rejestrujących nie pojawi się obraz interferencyjny. Jeżeli natomiast usunie się ten detektor, wtedy klisze zarejestrują ów obraz. Cały paradoks ujawnia się w tym, że docierające do Ziemi fotony przebywały w pobliżu gwiazdy „soczewkującej grawitacyjnie” dużo wcześniej. Wyniki eksperymentu można próbować wyjaśnić dwojako. Po pierwsze można przyjąć, że działanie pomiarowe w danej chwili czasu wpływa na zachowanie fotonów w przeszłości. Jest to równoznaczne z pogwałceniem chronologii zdarzeń oraz zasady przyczynowości, gdyż przyczyna występuje po skutku. Drugie wyjaśnienie jest takie, że wszystko dzieje

²⁸⁴ Zob. P. T. Pęczkowski, *Doświadczenia interferencyjne z fotonami*, „Foton” 95(2006), s. 17–19. W dalszej części artykułu Pęczkowski zaprezentował eksperymenty wykonane przez Mandelę, a także przez Scully’ego i Drühla, które są praktyczną realizacją idei eksperymentu z opóźnionym wyborem i które potwierdzają teoretyczne przewidywania Wheelera.

²⁸⁵ Zob. A. Góźdz, dz. cyt., s. 46–47; S. W. Hawking, L. Mlodinow, *Wielki Projekt*, tłum. J. Włodarczyk, Warszawa: Wydawnictwo Albatros A. Kuryłowicz, 2011, s. 97–100.

się w chwili pomiaru na Ziemi. To znaczy, fotony w jakiś niezwykle sposób „dowiadują się” o tym, że mają interferować, a więc „zawracają” do gwiazdy, tam interferują i potem szybko wracają na Ziemię. To wszystko dzieje się natychmiast, czyli tak jakby cząstki poruszały się z nieskończoną prędkością. Tu z kolei pogwałcona jest granica dopuszczalnej możliwej prędkości poruszania się cząstek materii, jaką jest prędkość światła w próżni. Obydwie możliwości są więc zasadniczo nie do przyjęcia, oczywiście z klasycznego – czyli nieuwzględniającego „dziwnych” własności świata na poziomie kwantów – punktu widzenia. Wyniki przedstawionych wyżej eksperymentów prowadzą do wniosku, że na poziomie kwantów z czasem dzieje się coś dziwnego²⁸⁶. Czy czas kwantowy jest innym czasem niż ten, który występuje na innych poziomach organizacji Wszechświata? Czy czas mechaniki kwantowej jest innym czasem niż czas szczególnej i ogólnej teorii względności? Czy owe paradoksalne własności należy włączyć do obrazu czasu, czy też należy je świadomie zignorować? Sukcesy w badaniu mikroświata, potwierdzone licznymi wynikami doświadczeń, nie pozwalają na pominięcie tego, jaki jest Wszechświat na poziomie kwantów. Jak można zatem próbować wyjaśnić wymienione wyżej paradoksy?

Wydaje się, że najlepszym z możliwych wyjaśnień dotyczących zjawisk na poziomie kwantowym jest pogląd, że procesy na poziomie kwantowym dzieją się poza czasem i przestrzenią²⁸⁷. Idąc dalej, można postawić hipotezę, że struktura czasoprzestrzeni nie jest strukturą podstawową dla mikroświata. Czy rzeczywiście Wszechświat na poziomie kwantów przestaje być strukturą czasoprzestrzenną? A w związku z tym, czy model kosmologiczny Wszechświata, mający opisać jego strukturę, również musi być oparty na czymś innym niż czasoprzestrzeń? W następnym podrozdziale będzie przedstawiony tzw. standardowy model kosmologiczny. W tym modelu podstawowym poziomem struktury Wszechświata jest właśnie czasoprzestrzeń. Czy tylko konieczność uwzględnienia zjawisk kwantowych wymusi zmianę tego modelu na inny, czy też może inne jeszcze problemy, np. na

²⁸⁶ Nie są to wszystkie zjawiska obserwowane na tym poziomie, które występują. Należy wspomnieć o znanym paradoksie EPR oraz o późniejszych eksperymentach EPR. Chodzi o kwantowe splątanie pewnych własności cząstek. Omówienie paradoksu EPR oraz późniejszych realizacji eksperymentu EPR można znaleźć m.in. w: R. Penrose, dz. cyt., s. 557–559; zob. też: M. Heller, *Początek jest wszędzie*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2003, s. 127–129; M. Heller, *Johna Bella filozofia mechaniki kwantowej*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 184–187.

²⁸⁷ Por. A. Gózdź, dz. cyt., s. 48.

poziomie globalnym, będą przyczyną poszukiwania zamiennika dla struktury czasoprzestrzennej²⁸⁸.

2.2 STANDARDOWY MODEL KOSMOLOGICZNY²⁸⁹

Obecnie w kosmologii powszechnie akceptowanym i uznawanym za najbardziej adekwatny opisem ewolucji Wszechświata jest koncepcja Wielkiego Wybuchu²⁹⁰. W swojej warstwie teoretycznej jest ona ufundowana na ogólnej teorii względności. W języku pojęć ogólnej teorii względności opisywana jest wielkoskalowa struktura Wszechświata²⁹¹. Ów opis przyjmuje postać tzw. modeli kosmologicznych. Początkowo za owe modele służyły rozwiązania

²⁸⁸ Dla fizyków bardzo istotną sprawą jest zbudowanie modelu opisującego zachowanie możliwie jak największej części Wszechświata. Najlepiej by było, gdyby udało się zbudować model obejmujący całość Wszechświata. Zaś poszczególne pojęcia, wchodzące w skład takiego modelu, mogą ulegać w zasadzie dowolnym modyfikacjom; por. S. Carroll, *Stąd do wieczności i z powrotem. Poszukiwanie ostatecznej teorii czasu*, tłum. T. Krzysztoń, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2011, s. 38–39.

²⁸⁹ Zasadnicza część analiz zawartych w tym podrozdziale została zawarta w mojej wcześniejszej pracy dotyczącej koncepcji początku Wszechświata w pracach Stephena Hawkinga; zob. J. Janowski, *Początek Wszechświata w ujęciu Stephena W. Hawkinga*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 19, red. A. Lemańska i M. Lubański, Warszawa: Wydawnictwo UKSW, 2009, s. 327–333.

²⁹⁰ Joseph Silk swoją książkę zatytułowaną *The Big Bang* rozpoczyna od następującego zdania: „The Big Bang theory has become the universally accepted scientific explanation of our cosmic origins”. W dalszej części doprecyzowuje on swoje stanowisko: „Most cosmologists today accept Big Bang cosmology as a description of the accessible universe to an era as far back as nucleosynthesis, when the universe was about 1 minute old”; zob. J. Silk, *The Big Bang*, Nowy Jork: W. H. Freeman and Company, 2001, XIII, s. 385. Podobne opinie można znaleźć również w: C. J. Hogan, *Mała księga Wielkiego Wybuchu albo Kosmiczny elementarz*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2003, s. 13–15; F. Adams, G. Laughlin, *Ewolucja Wszechświata*, tłum. E. Machowska, Warszawa: PWN, 2000, s. 7–8; H. Drozdowski, *Fizyczny obraz świata*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM, 2007, s. 13–19; A. Lightman, *Światło z przeszłości. Dzieje kosmologii współczesnej*, tłum. B. Bieniok i E. L. Łokas, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2003, s. 63–70; M. Kaku, *Wszechświaty równoległe. Powstanie Wszechświata, wyższe wymiary i przyszłość kosmosu*, tłum. B. Bieniok i E. L. Łokas, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2010, s. 68–69; J. Gribbin, *Kosmologia*, tłum. S. Bajtlik, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1998, s. 22–50; M. Demiański, *Astrofizyka relatywistyczna*, Warszawa: PWN, 1991, s. 337–339, 344–350.

²⁹¹ Nie można zapominać przy tym, że istotne znaczenie w badaniu własności Wszechświata jako całości należy przypisać tzw. globalnym metodom badania czasoprzestrzeni ogólnej teorii względności. Szczegółowe omówienie tego zagadnienia można znaleźć w: T. Pabjan, *Spór o przyczynową strukturę czasu*, dz. cyt., s. 185–196.

równań ogólnej teorii względności Einsteina. Pierwszymi tego typu modelami były tzw. modele Friedmana. Obecnie dominującym modelem jest tzw. standardowy model kosmologiczny. W modelu tym uwzględnione są najnowsze dane empiryczne dotyczące gęstości materii, szybkości ekspansji oraz innych jeszcze globalnych własności obserwowanego Wszechświata²⁹².

W modelu tym próby odtworzenia scenariusza ewolucji Wszechświata sięgają początkowych chwil jego istnienia. Cofając się do początkowego stanu Wszechświata, fizycy natrafiają na teoretyczne i eksperymentalne granice²⁹³. Wraz ze wzrostem ciśnienia, gęstości i temperatury, w sytuacji jednoczesnego zmniejszania się promienia Wszechświata (gdy cofamy się w czasie, Wszechświat oczywiście się kurczy), przy odpowiednich warunkach zachodziły kolejne unifikacje znanych w przyrodzie oddziaływań: elektromagnetycznego, słabego i silnego oddziaływania jądrowego, aż po oddziaływanie grawitacyjne²⁹⁴. Granica eksperymentalna znajduje się już na poziomie unifikacji oddziaływań elektromagnetycznych ze słabymi jądrowymi. Tę unifikację udało się osiągnąć w laboratorium. W 1983 roku w akceleratorze cząstek w Europejskim Centrum Badań Jądrowych (CERN) pod Genewą udało się uzyskać energię rzędu 100 GeV. To pozwoliło potwierdzić doświadczalnie, że przy takich energiach zachodzi unifikacja oddziaływań elektromagnetycznego i słabego jądrowego²⁹⁵. Zunifikowane oddziaływanie nosi nazwę „elektrosłabego”. Według standardowego modelu kosmologicznego warunki, przy których zachodziła „unifikacja elektrosłaba” panowały we Wszechświecie w czasie od 10^{-35} do 10^{-12} sekundy po Wielkim Wybuchu²⁹⁶. Było to podczas tzw. ery hadronowej. Jest ona czwartą erą z pię-

²⁹² Opis standardowego modelu kosmologicznego można znaleźć w: M. Szydłowski, *Ontologiczne i epistemologiczne aspekty pojęcia modelu kosmologicznego*, „Filozofia i Nauka. Studia Filozoficzne i Interdyscyplinarne” 2(2014), 279–288, http://filozofiainauka.ifispan.waw.pl/wp-content/uploads/2014/08/Szydowski_277-292.pdf (dostęp: 16.12.2016); M. Demiański, dz. cyt., s. 357–369; M. Kaku, dz. cyt., s. 137–140; F. Adams, G. Laughlin, dz. cyt., s. 35–222.

²⁹³ Oczywiście granice eksperymentalne występują zdecydowanie wcześniej.

²⁹⁴ Zob. G. Bugajak, *Epistemologiczny status koncepcji Wielkiego Wybuchu i jej filozoficzne implikacje*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 17, red. A. Lemańska i M. Lubański, Warszawa: Wydawnictwo UKSW, 2004, s. 28.

²⁹⁵ Por. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 75.

²⁹⁶ Zob. G. Bugajak, dz. cyt., s. 28.

ciu w historii ewolucji Wszechświata²⁹⁷. Pierwszą erę stanowi era materii²⁹⁸. Trwa ona do dziś. Podczas niej utworzyły się galaktyki, gwiazdy, planety, a także wszystkie niezbędne do powstania życia pierwiastki. Wiesław Dyk opisuje to w następujący sposób „We wnętrzach gwiazd, w wyniku reakcji termojądrowych, powstają ciężkie pierwiastki. Trzeba było pięciu pokoleń gwiazd, by wytworzyły się wszystkie pierwiastki konieczne do wytworzenia życia”²⁹⁹. Początkiem tej ery było zakończenie oddziaływania promieniowania z materią, które zachodziło we wcześniejszym okresie zwanym erą promieniowania lub erą fotonową. Ta druga era w dziejach Wszechświata trwała około trzystu osiemdziesięciu tysięcy lat. Po około stu sekundach od Wielkiego Wybuchu powstały pierwsze jądra atomowe. Przez kolejnych dwieście sekund trwała nukleosynteza lekkich pierwiastków³⁰⁰. „W jądrach helu – jak opisuje rozkład materii w tym stadium ewolucji Wszechświata Wiesław Dyk – skupiło się około 23% masy, a cała reszta – 77% – pozostała w postaci swobodnych protonów”³⁰¹. Dopiero pod koniec tej ery, gdy temperatura Wszechświata spadła do około 3000 K, elektrony połączyły się ze swobodnymi protonami, tworząc pozostałą materię w postaci atomów wodoru. Pod koniec tej ery gęstość Wszechświata była na poziomie 10^{18} kg/m³. Trzecią erą jest era leptonowa. Trwała około 10 sekund. Po pierwszych dwóch sekundach ewolucji Wszechświata, neutrino przestały oddziaływać z innymi postaciami materii³⁰². I wreszcie czwarta era, era hadronowa, rozpoczęła się, gdy Wszechświat przekroczył próg Plancka. W tej erze, poczynając od 10^{-35} sekundy, gdy temperatura wynosiła około 10^{27} K, „pojawiły się kwarki, leptoni (elektrony i neutrino) oraz odpowiadające im antycząstki. Wszystkie składniki materii [...] znajdowały się w równowadze

297 Zob. W. Dyk, *Człowiek w rozszerzającym się wszechświecie. Między filozofią przyrody a filozofią przyrodoznawstwa*, Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, 2003, s. 130–131.

298 Używam odwrotnej numeracji niż Dyk. W tej pracy era oznaczona numerem jeden, będzie odpowiadała erze z numerem pięć w pracy Dyka. Ta zmiana jest spowodowana odwrotnym kierunkiem prezentacji historii Wszechświata. Dyk zaczął od najwcześniejszych epok, ja natomiast cofam się od ery współczesnej do początkowych etapów ewolucji Wszechświata.

299 W. Dyk, dz. cyt., s. 131.

300 Zob. M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 239.

301 W. Dyk, dz. cyt., s. 130.

302 Zob. M. Heller, *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, Warszawa: PWN, 1985, s. 202.

termodynamicznej³⁰³. Nastąpiła wtedy również faza inflacji, kiedy to Wszechświat w czasie od 10^{-35} do 10^{-32} sekundy, zwiększył swoje rozmiary około 10^{50} razy. Cofając się do progu Plancka, w okresie między 10^{-43} a 10^{-35} sekundy, nastąpiła tzw. wielka unifikacja, obejmująca oddziaływania elektroslabe i silne jądrowe. Niestety zachodzenia tej unifikacji nie można eksperymentalnie potwierdzić. Należy zaufać w tym względzie teoretycznym rozważaniom. Niektórzy fizycy zauważają, że prawdopodobnie wielkość energii, jaką trzeba nadać cząstkom w akceleratorze, by zaszła wielka unifikacja, sięgałaby rzędu milionów miliardów GeV, a współczesne akceleratory dysponują mocą kilku tysięcy GeV. Stephen Hawking przypuszcza, że: „Maszyna zdolna do nadania cząstkom energii równej energii wielkiej unifikacji musiałaby mieć rozmiary Układu Słonecznego. [...] Wobec tego bezpośrednie sprawdzenie wielkich teorii unifikacji w laboratorium nie jest możliwe”³⁰⁴. A zatem na tym poziomie należy posługiwać się już tylko narzędziami teoretycznymi. Choć nie można wykluczyć, że w przyszłości, jeżeli nasza cywilizacja osiągnie odpowiednio wysoki poziom rozwoju technicznego, to uda się zbudować akceleratory wytwarzające wymagane energie³⁰⁵.

Cofając się dalej, ku chwili początkowej, dochodzi się do granic stosowalności standardowego modelu kosmologicznego, granic stosowalności ogólnej teorii względności, na której podstawie standardowy model kosmologiczny został utworzony. Tym punktem granicznym jest tzw. próg Plancka. Jest to moment w historii Wszechświata, gdy temperatura sięgała 10^{33} K, gęstość była na poziomie 10^{93} g/cm³, a promień Wszechświata wynosił 10^{-33} cm. Takie warunki panowały we Wszechświecie 10^{-44} sekundy po Wielkim Wybuchu³⁰⁶. Era Plancka stanowi kres możliwości opisu ewolucji Wszechświata. Poniżej tego progu model standardowy załamuje się³⁰⁷. Zaczynają wtedy odgrywać znaczącą rolę kwantowe efekty związane

303 W. Dyk, dz. cyt., s. 130.

304 S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 77.

305 Por. M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2001, s. 34.

306 Zob. tamże; por. też: W. Dyk, dz. cyt., s. 130–131. Wartości gęstości materii i temperatur wielokrotnie przekraczają nasze możliwości wyobraźni i potocznych intuicji. Liczby opisujące erę Plancka ilustrują to, jak ekstremalne warunki panowały w początkowym okresie istnienia Wszechświata.

307 Wyrażenia typu „poniżej progu Plancka”, podobnie zresztą jak analogiczne „przed progiem Plancka”, wydają się implikować ich rozumienie w kategoriach czasowo-przestrzennych (odpowiednio wyrażenie „poniżej progu Plancka” w kategoriach przestrzennych, zaś „przed progiem Plancka” w kategoriach czasowych). Niemniej, wobec załamania się

z grawitacją. Do ich wyjaśnienia niezbędna wydaje się być kwantowa teoria grawitacji. Epoka od chwili $t = 0$ do progu Plancka bywa określana jako wielka biała plama, którą w opinii m.in. Hellera: „wypełni w przyszłości kosmologia kwantowa, zbudowana na podstawie [...] kwantowej teorii grawitacji”³⁰⁸. W tej epoce następuje całkowita unifikacja wszystkich czterech oddziaływań, co nazywa się superunifikacją. Teorie opisujące takie oddziaływanie określa się czasami jako teorie wszystkiego³⁰⁹. Wtedy Wszechświat był maksymalnie symetryczny. Istniało tylko jedno oddziaływanie. Złamanie symetrii nastąpiło dopiero po przekroczeniu progu Plancka, gdy temperatura spadła na tyle, że oddziaływanie grawitacyjne – jako pierwsze – oddzieliło się od pozostałych oddziaływań fizycznych.

W ramach przedstawionego powyżej standardowego modelu kosmologicznego dochodzi się do momentu początkowego, czyli tzw. osobliwości początkowej. Gdy czas t dąży do zera, jak również do tej wielkości zmierza promień Wszechświata, wtedy też pewne wartości fizyczne dążą do nieskończoności. Chodzi o temperaturę, gęstość i krzywiznę czasoprzestrzeni. Mówi się, że w takich warunkach równania tworzące model standardowy „załamują się”. Oznacza to tyle, że w ramach ogólnej teorii względności nie można poprawnie opisać jednego z punktów czasoprzestrzeni, którego istnienie ona sama przewiduje³¹⁰. Można też próbować określać to, czym jest osobliwość poprzez odwołanie się do pojęcia przestrzeni osobliwej. Spośród wielu jej definicji można przytoczyć jedną, na którą zwraca uwagę Stephen Hawking: „czasoprzestrzeń jest osobliwa, jeśli zawiera czasopodobną lub zerową niezupełną geodezyjną i nie można jej rozszerzyć do większej

standardowego modelu kosmologicznego w pobliżu tzw. Wielkiego Wybuchu, stosowanie wyżej wymienionych kategorii w stosunku do początkowego etapu ewolucji Wszechświata wydaje się być problematyczne. Po prostu, jak zostanie to przedstawione w dalszych rozważaniach, stosowanie kategorii czasu i przestrzeni w odniesieniu do Wszechświata w skali Plancka traci sens. Dlatego też wyrażenia typu „poniżej progu Plancka”, czy też „przed progiem Plancka” rozumiem metaforycznie i w takim też sensie będę ich używać w niniejszej pracy.

³⁰⁸ M. Heller, *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, dz. cyt., s. 200.

³⁰⁹ Zagadnienie połączenia wszystkich oddziaływań występujących w przyrodzie w jedno określa się czasem jako „marzenie Einsteina”; zob. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 5, tłum. A. Babiński i R. Bożek, Warszawa: PWN, 2003, s. 218–219. O programie budowania tzw. kwantowej teorii grawitacji, a także o kontrowersjach związanych z utożsamianiem kwantowej teorii grawitacji z teorią wszystkiego, będzie mowa w następnym podrozdziale.

³¹⁰ Zob. S. W. Hawking, L. Mlodinow, *Jeszcze krótsza historia czasu*, tłum. J. Bieroń, Poznań: Zysk i S-ka, 2007, s. 79.

czasoprzestrzeni³¹¹. Oznacza to, że istnieją takie historie cząstek lub obserwatorów – obrazowane przez krzywe przyczynowe w czasoprzestrzeni, których nie da się dowolnie długo przedłużać. Michał Heller, omawiając to zagadnienie, stwierdza, że: „Jeżeli w jakiejś czasoprzestrzeni choć jednej takiej krzywej nie da się dowolnie przedłużać (krzywa taka się urywa), oznacza to, że gdzieś istnieje osobliwość lub że czasoprzestrzeń jest osobliwa”³¹². Geodezyjna czasopodobna to właśnie krzywa obrazująca historię swobodnie spadającej cząstki lub obserwatora, geodezyjna zerowa to historia fotonu. Jeśli chodzi o standardowy model kosmologiczny, to w ramach tego modelu, w momencie Wielkiego Wybuchu urywają się wszystkie przyczynowe geodetyki³¹³. Osobliwość staje się własnością globalną czasoprzestrzeni³¹⁴.

Występowanie osobliwości w czasoprzestrzeni początkowo zostało uznane za wynik zbytnich uproszczeń i założeń, jakich dokonywano w modelach opartych na ogólnej teorii względności³¹⁵. Jednakże pod koniec lat 60. i na początku 70. XX w. Stephen Hawking i Roger Penrose udowodnili kilka twierdzeń dotyczących osobliwości³¹⁶. Wynika z nich, że istnienie osobli-

311 S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, tłum P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 1996, s. 22. Dla Hawkinga taka definicja osobliwości jest interesująca, gdyż odzwierciedla ona najbardziej problematyczną, według opinii tego badacza, cechę osobliwości, mianowicie: „fakt, iż istnieją cząstki, których historia zaczyna się lub kończy w określonej chwili. Istnieją przykłady czasoprzestrzeni geodezyjnie niezupełnych, w których krzywizna pozostaje ograniczona, ale można sądzić, że w typowych przypadkach, gdy poruszamy się wzdłuż niezupełnej geodezyjnej, krzywizna osiąga dowolnie dużą wielkość”. To zaś jest dla Hawkinga bardzo ważne, w momencie, gdy w celu rozwiązania problemu osobliwości w ogólnej teorii względności będzie chciał odwołać się do efektów kwantowych; zob. tamże.

312 M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 56–57.

313 Zob. tamże, s. 57; M. Heller, *Materia – geometria*, dz. cyt., s. 245. Geodetyka to inaczej linia geodezyjna w przestrzeni zakrzywionej, czyli najkrótsza droga, która łączy ze sobą dwa punkty w danej przestrzeni zakrzywionej, pełniąc w niej funkcję taką samą jak linia prosta na płaszczyźnie; zob. I. N. Bronsztejn, K. A. Siemiendiajew, *Matematyka. Poradnik encyklopedyczny*, tłum. S. Czarnecki i R. Bartoszyński, Warszawa: PWN, 2003, s. 245, 338–339.

314 W odróżnieniu od klasycznych osobliwości, które występują lokalnie. Jako przykład Szydłowski i Golbiak przytaczają oddziaływanie Coulombowskie pomiędzy dwoma elektronami, gdzie przy odległości pomiędzy elektronami mniejszej niż 10^{-11} cm przestaje działać wzór Coulomba, a wkracza elektrodynamika kwantowa, która załamuje się z kolei przy odległościach rzędu 10^{-32} – 10^{-33} cm; zob. M. Szydłowski, J. Golbiak, *Trudności kosmologii klasycznej motywacją dla kosmologii kwantowej*, „Filozofia Nauki” 51(2005), z. 3, 39–55, http://www.kul.pl/files/57/working_papers/golbiak_szydlowski_2005.pdf (dostęp: 16.12.2016).

315 Zob. M. Heller, *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, dz. cyt., s. 186.

316 Zob. S. W. Hawking, R. Penrose, *The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology*, „Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and

wości zawarte jest w samej strukturze einsteinowskiej teorii grawitacji. Wszechświat musiał rozpocząć się od osobliwości, o ile poprawna jest ogólna teoria względności. Choć początkowo wyniki Hawkinga i Penrose'a były podważane przez innych badaczy, ostatecznie jednak powszechnie zaakceptowano, że osobliwość jest niezbywalnym elementem standardowego modelu kosmologicznego. „Nie można jednak w istocie rzeczy spierać się z twierdzeniem matematycznym” – przyznaje autor *Krótkiej historii czasu*³¹⁷. Udowadniając istnienie osobliwości, Hawking i Penrose ogromnie przyczynili się do rozwoju współczesnej kosmologii³¹⁸. Jednocześnie ich badania – siłą rzeczy – posłużyły do osłabienia pozycji standardowego modelu kosmologicznego. Dzieje się tak, gdyż w momencie osobliwym załamują się znane prawa fizyki. Nie można, w ramach standardowego modelu kosmologicznego, sensownie opisać Wszechświata w stanie początkowej osobliwości³¹⁹. Stan osobliwy, w którym temperatura, gęstość i krzywizna czasoprzestrzeni dążą do nieskończoności, natomiast rozmiary Wszechświata dążą do zera, nie daje żadnych możliwości przewidywania, co takiego działo się w początkowym okresie istnienia Wszechświata. Po prostu tych parametrów nie można zinterpretować fizycznie³²⁰. Jak twierdzi John Barrow: „matematyczny opis czasu i przestrzeni przewiduje, że w punkcie osobliwym przestaje istnieć czas i przestrzeń. Jest to kres Wszechświata”³²¹. Jednocześnie jest to

Physical Sciences” 314(1970), z. 1519, 529–548.

³¹⁷ S. W. Hawking, *Krótka historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 57; zob. też: S. W. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, tłum. P. Haski, Poznań: Zysk i S-ka, 1997, s. 21–22.

³¹⁸ Hawking i Penrose swoimi pracami na temat osobliwości, zwłaszcza twierdzeniami o osobliwościach, przyczynili się do ugruntowania pojęcia osobliwości w modelach kosmologicznych opartych na ogólnej teorii względności; zob. D. Filkin, *Wszechświat Stephena Hawkinga. Opisanie kosmosu*, tłum. T. Hornowski, Poznań: Rebis, 1998, s. 103. Jednocześnie późniejsze prace Hawkinga będą zmierzały w przeciwnym kierunku. W następnym rozdziale zostanie przedstawiona koncepcja, której jednym z autorów jest Hawking, gdzie osobliwość wydaje się znikać, gdy w kosmologii zacznie się uwzględniać efekty kwantowe.

³¹⁹ Por. tamże, s. 199–200.

³²⁰ Podobne uwagi można odnieść już do progu Plancka, gdzie mimo że są podane liczbowe parametry, to ich wartości wykraczają daleko poza intuicję i wyobrażenia. W przypadku, gdy parametry przyjmują wartości nieskończone, wtedy zawodzi nawet aparat matematyczny. Równania ogólnej teorii względności tracą sens. Można za Grzegorzem Bugajakiem przytoczyć opinię, że po prostu współczesna nauka nie jest w stanie dotrzeć poza próg Plancka; por. G. Bugajak, dz. cyt., s. 32.

³²¹ J. D. Barrow, *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, tłum. J. Czerniawski i T. Placek, Kraków: Znak, 1995, s. 44–45.

również swoisty brzeg Wszechświata. Z tym zaś wiąże się kolejny problem. Prawa rządzące resztą czasoprzestrzeni wydają się nie obowiązywać na jej brzegu. Wygląda na to, że z jednej strony osobliwość jako brzeg czasoprzestrzeni jest tej czasoprzestrzeni częścią. Z drugiej zaś, skoro w osobliwości nie obowiązują prawa rządzące standardowym modelem kosmologicznym, jak więc osobliwość może należeć do struktury opisywanej przez model? Pojawia się sprzeczność, gdyż osobliwość wydaje się jednocześnie należeć i nie należeć do czasoprzestrzeni. Owa sprzeczność wydaje się potwierdzać to, o czym była już w tym podrozdziale mowa, czyli swoistą „bezradność” standardowego modelu w stosunku do pewnych struktur, których istnienie wynika z modelu³²².

Problem istnienia osobliwości nie jest jedyną trudnością, jaka pojawia się w ramach standardowego modelu kosmologicznego. Można wyróżnić jeszcze kilka innych zagadnień, których wyjaśnienie w ramach standardowego modelu kosmologicznego nastręcza wiele trudności. Chodzi m.in. o zagadnienia warunków początkowych, horyzontu, płaskości Wszechświata, a także o problemy związane z tempem jego ekspansji oraz istnieniem obserwowanych struktur we Wszechświecie (m.in. dlaczego materia dominuje nad antymaterią, problem monopoli magnetycznych, a także zagadnienie niewyjaśnionego stosunku barionów do fotonów). Szczegółowe omówienie tych problemów nie jest dla toku dalszych rozważań konieczne³²³. Natomiast należy wyraźnie zaznaczyć, że wszystkie trudności standardowego modelu kosmologicznego można postrzegać jako punkt wyjścia do poszukiwań nowego modelu wykraczającego poza dotychczasowe ograniczenia. Szydłowski i Golbiak mówią wręcz o tym, że wymienione wyżej trudności stanowią „motywację” dla poszukiwania bardziej „pojemnego” pod względem ekspancyjnym modelu realizowanego w ramach tzw. kosmologii kwantowej,

³²² Mamy tu do czynienia z analogią do sytuacji, jaka zaistniała po udowodnieniu tzw. twierdzeń limitacyjnych. Tak jak w systemach formalnych pierwszego rzędu można znaleźć twierdzenia, których nie da się udowodnić w ramach tego systemu, tak w standardowym modelu kosmologicznym pojawiają się obiekty, których ów model nie jest w stanie poprawnie opisać.

³²³ Istnieje bogata literatura na ten temat: zob. np. S. Leciejewski, *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM, 2007, s. 40–47; M. Szydłowski, J. Golbiak, *Trudności kosmologii klasycznej motywacją dla kosmologii kwantowej*, dz. cyt., 39–55. Bardziej popularne opracowanie można znaleźć w: S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 117–119.

modelu opartego już nie na ogólnej teorii względności, lecz na kwantowej teorii grawitacji³²⁴.

2.3 PROGRAM BUDOWY KWANTOWEJ TEORII GRAWITACJI

W niniejszym podrozdziale spróbuję omówić znaczenie, jakie dla zagadnienia wyjaśnienia budowy oraz ewolucji Wszechświata ma mieć kwantowa teoria grawitacji, a także spróbuję pokazać, jakie znaczenie dla pojęcia czasu może mieć zbudowanie owej teorii. Jednocześnie chciałbym w tym miejscu dokonać pewnego uporządkowania pojęć związanych z tym zagadnieniem. Chodzi o trzy pojęcia, jakie pojawiały się w dotychczasowych rozważaniach, a mianowicie: „kwantowa teoria grawitacji”, „kosmologia kwantowa” oraz „teoria wszystkiego”. Wszystkie te pojęcia są ze sobą powiązane, dlatego czasami może wydawać się, że używa się ich zamiennie³²⁵. Niemniej tego typu zabieg wydaje się nieuprawniony. Zwraca na to uwagę Mariusz Szyrkiewicz, który stwierdza: „sami naukowcy wykazują dość powszechną tendencję do określania mianem teorii wszystkiego również i tych koncepcji, które koncentrują się na ściśle określonych sferach rzeczywistości przyrodniczej, np. próbach unifikacji oddziaływań podstawowych. Stosowanie podobnych kategoryzacji stanowi przykład terminologicznego nadużycia”³²⁶. Dlatego też w części poświęconej budowie kwantowej teorii grawitacji nie można pominąć omówienia dwóch pozostałych pojęć. Każde z nich ma swoje odrębne znaczenie i nie powinno się ich utożsamiać, gdyż może to prowadzić do pewnych nieścisłości, a na pewno do nieporozumień. Dlatego warto pokazać, czym owe pojęcia różnią się między sobą, a także pokazać, w jaki sposób są one ze sobą powiązane.

W kosmologii o kwantowej teorii grawitacji mówi się jako o następczyni ogólnej teorii względności. Pojawienie się sprzeczności i problemów

³²⁴ Zob. M. Szydłowski, J. Golbiak, *Trudności kosmologii klasycznej motywacją dla kosmologii kwantowej*, dz. cyt., s. 4 (wg numeracji wersji zamieszczonej online). „Filozoficznie wydaje się bardzo interesujące, że teoria sama jako taka pozwala dostrzegać te trudności tak, aby ich przezwyciężenie było motywacją dla przyszłych teorii, lepiej opisujących rzeczywistość fizyczną”. Autorzy proponują wręcz, aby traktować owe trudności według terminologii Kuhnowskiej jako sytuację nagromadzenia anomalii na przecięciu ogólnej teorii względności, teorii cząstek elementarnych oraz kwantowej teorii pola; por. też: S. Leciejewski, *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne*, dz. cyt., s. 47–83.

³²⁵ Zob. M. Szyrkiewicz, dz. cyt., s. 28.

³²⁶ Tamże, s. 24.

w standardowym modelu kosmologicznym wydaje się wskazywać, że ogólna teoria względności, będąca fundamentem dla standardowego modelu kosmologicznego, nie jest teorią kompletną. Ogólna teoria względności jest klasyczną teorią grawitacji. Obecnie zaś uważa się, że w warunkach, jakie panowały poniżej progu Plancka, trzeba uwzględniać efekty kwantowe³²⁷. Dlatego też nowa teoria opisująca strukturę Wszechświata powinna, zdaniem Hawkinga, obok ogólnej teorii względności zawierać również „dodatkowy element, który wyjaśniłby, jak powstał Wszechświat i co dzieje się, gdy materia zapada się pod własnym ciężarem. Wydaje się, że tym dodatkowym elementem jest mechanika kwantowa”³²⁸. Osobliwości, na jakie natrafia się, śledząc ewolucję Wszechświata wstecz aż do najwcześniejszych jego okresów, być może, dzięki uwzględnieniu efektów kwantowych, przestaną być czymś niezwykłym. Może staną się wręcz „normalnymi” obszarami czasoprzestrzeni, w których obowiązują dobrze określone prawa fizyki. Słowo „normalny” zostało tutaj użyte w cudzysłowie, ponieważ prawa kwantowej grawitacji mogą okazać się na tyle różne od tego, co znamy dotychczas, że podstawowe pojęcia dotyczące Wszechświata ulegną drastycznej zmianie. Przykładem niech będzie zastosowanie przez Hawkinga metod kwantowych do badania czarnych dziur. Uwzględnienie w analizie efektów kwantowych doprowadziło badacza do pozornie paradoksalnych wniosków, że czarne dziury nie są czarne. „Okazuje się – stwierdza Hawking – że cząstki i promieniowanie mogą wydostać się z czarnej dziury, [a ona sama] promieniuje dokładnie tak jak znane z termodynamiki ciało doskonale czarne”³²⁹. Być może w kwantowej teorii grawitacji punkty osobliwe nie będą powodowały załamывania się opisu struktury Wszechświata. Może nawet kwantowa teoria grawitacji usunie pojęcie osobliwości w ogóle?

Z tego względu zbudowanie kwantowej teorii grawitacji jest jednym z najważniejszych zagadnień współczesnej kosmologii i fizyki teoretycznej³³⁰. Obecnie nie została jeszcze opracowana żadna ostateczna koncepcja kwantowej grawitacji. Pojawiają się za to liczne próby jej stworzenia. „Kwantowa grawitacja – stwierdza Leszek M. Sokołowski – jest dziwacznym działem fizyki – nieistniejącym, a zarazem wielce pożądanym”³³¹. Począwszy od lat 50.

³²⁷ Por. S. W. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, dz. cyt., s. 77.

³²⁸ Tamże, s. 65.

³²⁹ Tamże, s. 22–23.

³³⁰ Por. M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 10.

³³¹ L. M. Sokołowski, dz. cyt., s. 1 (wg numeracji wersji zamieszczonej online).

XX wieku, choć pierwsze wzmianki o kwantowej naturze grawitacji można znaleźć już u Einsteina, fizycy zajmujący się cząstkami elementarnymi, teorią pól oraz grawitacją próbują dokonać „niemożliwego”. Na drodze do zbudowania kwantowej teorii grawitacji stoją problemy zarówno natury matematycznej, jak i natury konceptualnej. Trafnie określa to Sokołowski: „Nie wiadomo bowiem, czego się trzymać, wszystkie pojęcia solidnie umocowane na gruncie dotychczasowej fizyki, przeniesione w obszar kwantowej grawitacji tracą pewność i solidność i przy bliższym przyjrzeniu się im bardziej kwalifikują się do wyrzucenia, niż do opisu procesów w kwantowych polach grawitacyjnych. Dotyczy to pojęcia czasoprzestrzeni, ewolucji w czasie, prawdopodobieństwa, wektora stanu (funkcji falowej), pomiaru. Wszystko jest płynne, mgliste, niezgodne z dotychczasową interpretacją. [...] Można odnieść wrażenie, że teoria Einsteina [czyli ogólna teoria względności] broni się – bardzo skutecznie – przed próbami skwantowania jej”³³². Dlatego też starano się budować kwantową grawitację na styku wielu różnych dziedzin. I nie zawsze wysuwane propozycje przybierały postać gotowych teorii, mogących z miejsca zastąpić ogólną teorię względności. Czasami propozycje te były przedstawiane pod postaciami modeli, które poprzez zastosowanie bądź to nowych interpretacji dotychczas stosowanych pojęć, bądź to nowych metod kwantowania grawitacji, bądź to nowych struktur matematycznych, bądź też kombinacji owych „czynników”, miały rozwiązać kłopoty modelu standardowego. Można obecnie wskazać kilka „dróg do kwantowej grawitacji”. Określenie w cudzysłowie zostało zaczerpnięte z tytułu książki Lee Smolina, amerykańskiego fizyka teoretycznego, w której przedstawił *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*³³³, czyli teorię pętlowej kwantowej grawitacji (m.in. Smolin, Witten), teorię strun i superstrun (m.in. Susskind, Greene) oraz teorię kauzalnych triangulacji dynamicznych (Jurkiewicz, Ambjørn, Loll). Oczywiście nie są to wszystkie możliwości. Można uzupełnić ów spis o teorię twistorów (Penrose), modele tzw. piany spinowej (Baez), czy też o „następczynię” teorii superstrun – tzw. M-teorię (Witten). Nie można

³³² Tamże, s. 4–5. W podobnym duchu wypowiada się również Michał Tempczyk: „Dążąc do maksymalnej możliwej ogólności, skupimy naszą uwagę na sprawie zasadniczej dla zagadnienia jedności fizyki, mianowicie na różnicy pomiędzy fizyką mikroświata i makroświata. Każdy fizyk lub filozof, zastanawiający się nad możliwością stworzenia jednolitej, uniwersalnej teorii całej materii, największą przeszkodę na tej drodze widzi w odmienności tych dwóch rodzajów teorii fizycznych”, M. Tempczyk, *Ontologia świata przyrody*, Kraków: Universitas, 2005, s. 266.

³³³ Zob. L. Smolin, *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*, tłum. J. Kowalski-Glikman, Warszawa: CIS, 2001.

również pominąć koncepcji: Wszechświata bez brzegów (Hawking, Hartle), Wszechświata nieprzemienne (Heller, Sasin) oraz Wszechświata Platonii (Barbour), które staną się przedmiotem analiz w kolejnych rozdziałach. To oczywiście nie wyczerpuje wszystkich możliwości. Można wręcz powiedzieć, że samo skatalogowanie wszystkich podejść i prób zbudowania kwantowej teorii grawitacji mogłoby być przedmiotem interesującego i bardzo pożytecznego opracowania³³⁴. Pojawiają się nawet próby tworzenia pewnych typologii dotyczących kwantowania grawitacji. W jednej z nich kryterium rozróżniania pomiędzy poszczególnymi podejściami do kwestii budowania kwantowej teorii grawitacji jest status struktury czasoprzestrzennej oraz jej geometrii. Czy są one czymś fundamentalnym, czy też wyłaniają się z bardziej podstawowej struktury? Następnie należy wziąć pod uwagę to, czy czasoprzestrzeń jako taka ma być czymś statycznym, czy też musi, tak jak w ogólnej teorii względności, zachować swój dynamiczny charakter³³⁵.

Przechodząc do wyjaśnienia kolejnego pojęcia, jakim jest pojęcie „teoria wszystkiego”³³⁶, można od razu wskazać związki owego pojęcia z pojęciem kwantowej teorii grawitacji. Chodzi o to, że poszukiwana kwantowa teoria grawitacji ma być nie tylko następczynią ogólnej teorii względności, lecz ma ona również stanowić fundament i niezbędny element poszukiwanej teorii, która ma umożliwić – jak sama jej nazwa wskazuje – opisanie, wyjaśnienie, czy wreszcie – zrozumienie „wszystkiego”. A w zasadzie „niemal

³³⁴ Choć pojawia się obawa, jak długo takie opracowanie byłoby aktualne. Przy dzisiejszym ogromnym tempie rozwoju badań naukowych, przy dzisiejszej ilości nowych publikacji naukowych, jakie pojawiają się każdego dnia (mówi się czasami wręcz o wykładniczym wzroście ich liczby), ogarnięcie jednym „spojrzeniem” całości wiedzy dotyczącej zagadnień z zakresu fizyki, a zwłaszcza będącego chyba jednak cały czas na pograniczu fizyki teoretycznej i pewnego rodzaju spekulacji poszukiwania kwantowej teorii grawitacji, wydaje się już chyba prawie niemożliwe. Przykładową listę badaczy zajmujących się zagadnieniem kwantowej teorii grawitacji można znaleźć w internecie pod adresem: http://pl.swewe.net/word_show.htm/?38038_3&Kwantowa_grawitacja (dostęp: 16.12.2016).

³³⁵ Zob. T. Konopka, F. Markopoulou, L. Smolin, *Quantum Graphity*, <https://arxiv.org/pdf/hep-th/0611197.pdf> (dostęp: 16.12.2016). W nawiązaniu do kryteriów, o których mówią Konopka, Markopoulou oraz Smolin, Marek Szydłowski stwierdza wprost, że: „Obecnie na gruncie podejść do kwantowej teorii grawitacji toczy się ważny filozoficzny spór, dotyczący statusu grawitacji, pojęcia czasoprzestrzeni i tego co jest fundamentalne”, M. Szydłowski, *Program badawczy kosmologii kwantowej*, „Filozofia Nauki” 61(2008), z. 1, s. 15.

³³⁶ Teorie wszystkiego (*theory of everything* – TOE) są zaliczane przez Szynkiewicza do tzw. rozwiązań finalnych lub, inaczej mówiąc, są przykładami tzw. teorii ostatecznej, która ma stanowić końcowe stadium rozwoju danego fragmentu wiedzy teoretycznej; zob. M. Szynkiewicz, dz. cyt., s. 15.

wszystkiego”, bo jak słusznie zauważa John D. Barrow: „»Wszystko« to wielki temat”³³⁷. Niemniej ludzkość od zawsze interesowała się wielkimi tematami. Mariusz Szyrkiewicz w swojej monografii zatytułowanej *Teorie ostateczne w naukach przyrodniczych* wprowadza podział teorii ostatecznych właśnie ze względu na ich zakres. Wyróżnia on teorie wszystkiego, czyli „koncepty najbardziej ambitne i ogarniające swym zasięgiem, przynajmniej w sferze deklaratywnej, wszystkie analizowane przez poszczególne dziedziny wiedzy zakresy zjawisk” oraz teorie ostateczne częściowe, czyli teorie „poszukujące ostatecznych wyjaśnień wybranych i ograniczonych zakresowo fragmentów wiedzy”³³⁸. Z kolei teorie wszystkiego dzieli on na homogeniczne (poziomu pierwszego) i heterogeniczne (poziomu drugiego)³³⁹. W pierwszym znaczeniu teoria wszystkiego byłaby koncepcją mającą za zadanie wskazać na ostateczny mechanizm rządzący całą rzeczywistością. Byłaby ona ponadto konstrukcją zamkniętą, czyli nie byłoby możliwości jej późniejszego modyfikowania. Poza tym, tak rozumiana teoria wszystkiego powinna umożliwiać opisanie pełnego spektrum zjawisk fizycznych w każdej skali, jak również wszystkie te zagadnienia, które wymykają się standardowym teoriom z zakresu nauk przyrodniczych, np. wyjaśnienie natury ludzkiej świadomości itp. Z kolei teorie wszystkiego drugiego poziomu mają stanowić – według Szyrkiewicza – stadium pośrednie pomiędzy teoriami wszystkiego pierwszego poziomu, a teoriami ostatecznymi częściowymi. Powstanie heterogenicznej teorii wszystkiego ma być ściśle powiązane z konsekwentnym stosowaniem redukcjonizmu metodologicznego, w ramach którego próbuje się sprowadzić³⁴⁰ zjawiska zachodzące na danym poziomie organizacji Wszechświata do zjawisk zachodzących na innym – domyślnie traktowanym jako poziom bardziej podstawowy. Ostateczną konsekwencją takiego podejścia ma być unifikacja (poprzez redukcję) wszystkich dziedzin wiedzy „aż do powstania jednej uniwersalnej wszechdyscypliny”³⁴¹.

³³⁷ J. D. Barrow, *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, dz. cyt., s. 11.

³³⁸ Zob. M. Szyrkiewicz, dz. cyt., s. 23.

³³⁹ Zob. tamże, s. 29–33.

³⁴⁰ „Podobne redukcje pozwalają na opisywanie fenomenów poziomu zredukowanego za pomocą słownika i aparatury formalnej dziedziny bardziej podstawowej”, tamże, s. 31.

³⁴¹ Tamże. Jest to zgodne z poglądami Michała Tempczyka, który w swojej monografii *Ontologia świata przyrody* stwierdza, że: „Maksymalna wersja koncepcji jedności nauki zakłada, że uda się w bliższej lub dalszej przyszłości sformułować teorię podstawową [jest to kolejne określenie bliskoznaczne w stosunku do wyrażenia teoria wszystkiego], do której za pomocą określonych procedur redukcyjnych uda się sprowadzić teorie innych dziedzin. Dzięki temu wszystkie pozostałe teorie tracą swoją autonomię poznawczą, a jakościowa

W kontekście rozróżnień dokonanych przez Szynkiewicza można postawić pytanie, jakiego rodzaju teorią ostateczną może być poszukiwana kwantowa teoria grawitacji? „Nasza pasja rozumienia – stwierdza Heller w artykule poświęconym zagadnieniu teorii wszystkiego – odznacza się jedną, bardzo charakterystyczną cechą – jest totalna. [...] chciałaby za jednym zamachem przeniknąć wszystko, sięgnąć do najgłębszych podstaw i ogarnąć całość bytu”³⁴². Dlatego też funkcję teorii wszystkiego w tym najszerszym sensie (w sensie teorii wszystkiego pierwszego poziomu) pełniły i nadal mogą pełnić wielkie systemy filozoficzne³⁴³. Podobną rolę przypisywano też systemom mitologicznym i doktrynom religijnym³⁴⁴. Natomiast w naukach szczegółowych³⁴⁵ przez teorię wszystkiego należy rozumieć taką teorię, która zdaniem Barrowa: „w jednym twierdzeniu unifikuje wszystkie prawa przyrody, pokazując nieuchronność tego, co w świecie fizycznym było, jest i będzie”³⁴⁶. W szczególności zaś chodzi o to, by, po pierwsze, dokonać unifikacji wszystkich oddziaływań fizycznych, w tym oddziaływania grawitacyjnego z innymi oddziaływaniami – co w praktyce oznacza skwantowanie grawitacji. Po drugie, wyjaśnić powstanie Wszechświata za pomocą praw formułowanych w ramach tej teorii. Po trzecie zaś, powinna owa teoria wyjaśniać, skąd się wzięły owe prawa, na których mocy powstał Wszechświat, czyli w pewien sposób wyjaśniać samą siebie. Po prostu fizyka ma za zadanie zawarcie w jednej strukturze matematycznej,

struktura materii okaże się skończona i poznawalna. [...] Fizycy, którzy są przekonani, że pracują nad taką »teorią wszystkiego«, traktują mikroredukcję, czyli sprowadzanie własności układów bardziej złożonych do własności ich części, jako uniwersalną metodę integracji nauki”, M. Tempczyk, dz. cyt., s. 284.

³⁴² M. Heller, *Teorie wszystkiego*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 237.

³⁴³ „Pierwsze racjonalne propozycje rozstrzygnięć finalnych formułowane były na gruncie filozofii. Echa tendencji do poszukiwania wyjaśnień ostatecznych widoczne są zarówno w wymiarze ontologicznym i epistemologicznym, jak i historiozoficznym czy społecznym. Co ważne, marzenie o teorii ostatecznej, obecne w filozofii od zarania jej dziejów, jest także spotykane w orientacjach współczesnych”, M. Szynkiewicz, dz. cyt., s. 81.

³⁴⁴ Systemy mitologiczne i religijne są budowane na fundamencie wiary, co znacząco odróżnia je od filozoficznych i naukowych propozycji, które są oparte na gruncie racjonalno-empirycznym.; zob. tamże, s. 21–22.

³⁴⁵ „Postulat skonstruowania teorii ostatecznej stanowi najbardziej doniosły, a przy tym całkowicie naturalny cel wszelkiej działalności naukowo-badawczej, który współcześnie manifestuje się przede wszystkim na obszarze zmatematyzowanego przyrodoznawstwa (głównie fizyki)”, tamże, s. 16.

³⁴⁶ J. D. Barrow, *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, dz. cyt., s. 11.

oczywiście wraz z odpowiednią interpretacją – tzw. komentarzem fizycznym, całej fizyki.

Wydaje się, że spełnienie przez poszukiwaną kwantową teorię grawitacji wszystkich trzech wyżej wymienionych zadań umożliwiłoby sklasyfikowanie owej teorii jako coś więcej niż tylko teoria ostateczna cząstkowa. Niemniej tego typu program wydaje się czymś niemożliwym do zrealizowania. Cała książka Johna Barrowa pt. *Teorie wszystkiego* jest poświęcona ukazaniu nieprzezwycięzalnych trudności w opracowaniu tak rozumianej teorii wszystkiego. Według Barrowa jeżeli nawet uda się zbudować ową teorię wszystkiego, to stanowić ona będzie jedynie warunek konieczny, lecz niewystarczający do wyjaśnienia całego Wszechświata³⁴⁷. Wydaje się zatem, że w zakresie typologii zaproponowanej przez Szynkiewicza, poszukiwana kwantowa teoria grawitacji może być „jedynie” teorią ostateczną cząstkową³⁴⁸. Niemniej wielu badaczy zdaje się wierzyć, że teoria wszystkiego – mimo wszystko – jest możliwa³⁴⁹. Zastanawiają się nawet, jakie konsekwencje dla fizyki, kosmologii i innych nauk będzie miało zbudowanie teorii wszystkiego³⁵⁰.

³⁴⁷ Barrow w swojej książce analizuje następujące czynniki, które powinny uzupełniać hipotetyczną teorię wszystkiego: 1) znajomość pochodzenia i natury praw przyrody; 2) „zadanie” teorii wszystkiego warunków początkowych – chociaż tu niektóre koncepcje – np. propozycja Hawkinga–Hartle’a – starają się ów czynnik wyeliminować; 3) problem identyczności sił i cząstek; 4) istnienie takich, a nie innych stałych przyrody; 5) przypadkowość łamania podstawowych symetrii Wszechświata w początkowych etapach jego istnienia; 6) zasady organizujące powstawanie struktur we Wszechświecie; 7) efekty selekcji, czyli wszystko to, co powoduje tendencyjność w pomiarach i obserwacjach – np. zasady antropiczne; 8) kategorie myślenia – czy teoria wszystkiego, dotycząca realnego świata, jest/nie jest (powinna być/nie powinna być) napisana w języku możliwym do zrozumienia przez człowieka?

³⁴⁸ „Kategorię teorii ostatecznych cząstkowych będą tworzyć koncepcje, które poszukują podstawowych praw rządzących wybranymi, zazwyczaj ściśle określonymi, fragmentami rzeczywistości. Ten zbiór konstrukcji teoretycznych ogranicza się w większości przypadków do uogólnień wewnątrz jednej dziedziny badawczej lub do jednego wyszczególnionego zakresu zjawisk. [...] Wymienione podejścia odżegnują się jednak od prób jednolitego opisu całej rzeczywistości, ograniczając się do wybranych klas zjawisk i obiektów”, M. Szynkiewicz, dz. cyt., s. 25–26.

³⁴⁹ Dlatego też w rozważaniach prowadzonych w kolejnych rozdziałach postaram się zwrócić uwagę również na to, jak autorzy analizowanych aczasowych modeli Wszechświata odnoszą swoje propozycje do idei poszukiwania teorii ostatecznych w naukach przyrodniczych.

³⁵⁰ Zob. M. Heller, *Teorie wszystkiego*, dz. cyt., s. 240, 252–254.

Jedną z takich konsekwencji – do pewnego stopnia oczywistych – byłaby zmiana podstaw w niemal wszystkich dziedzinach fizyki, ale także i w naukach pokrewnych. Przy czym nie chodzi tu o redukcję innych nauk do fizyki, lecz właśnie o swego rodzaju ich przeobrażenie z uwzględnieniem jednolitej teorii obejmującej wszystkie oddziaływania we Wszechświecie. Już zbudowanie „samej tylko” kwantowej teorii grawitacji ma przemienić kosmologię z jej dotychczasowej relatywistycznej postaci na postać kwantową. To znaczy, że kosmologia relatywistyczna zostanie poszerzona do postaci, w której kwantowa teoria grawitacji, będąc fundamentalną teorią fizyczną, powinna być w stanie opisywać ten etap ewolucji Wszechświata, kiedy Wszechświat jako całość był obiektem kwantowym. Zresztą również nielokalność mechaniki kwantowej³⁵¹ zdaje się wskazywać na to, że każda próba wyznaczenia granicy pomiędzy układem kwantowym a resztą Wszechświata jest skazana na niepowodzenie. Prowadzi to do wniosku, że cały Wszechświat jest tak naprawdę jednym wielkim układem kwantowym. A więc, żeby móc go opisać w sposób pełny, trzeba uwzględnić w modelu kosmologicznym również efekty kwantowe. Kosmologia kwantowa, opierająca się na kwantowej teorii grawitacji, powinna stać się w przyszłości pełnoprawnym działem fizyki³⁵². Marek Szydłowski próbuje nawet odtworzyć program badawczy kosmologii kwantowej. Używa w tym celu metodologii programów badawczych Lakatosa³⁵³. Ocena danego programu badawczego powinna brać pod uwagę dwa typy sukcesów, jakie dany program badawczy może osiągać. Pierwszym rodzajem jest tzw. sukces teoretyczny. Zostaje on osiągnięty, kiedy w ramach danego („nowego”) programu badawczego udaje się rozwiązać problemy dotyczące niespójności logicznych, jakie występowały w innych („starszych”) programach badawczych. Drugi rodzaj sukcesu, tj. sukces empiryczny – zostaje osiągnięty wtedy, gdy teoria zbudowana w ramach „nowego” programu badawczego pozwala dokonywać nowych przewidywań empirycznych³⁵⁴. Według Szydłowskiego program badawczy kosmologii kwantowej osiąga sukces pierwszego typu, zaś sukces typu drugiego być może uda się osiągnąć w przyszłości: „Program badawczy może zawierać »niedojrzały« pas ochronny³⁵⁵, zbliżając się dopiero do etapu, w którym

351 Zostało to szerzej wyjaśnione w podrozdziale 2.1.

352 Zob. L. M. Sokołowski, dz. cyt., s. 28–29 (wg numeracji wersji zamieszczonej online).

353 Zob. M. Szydłowski, *Program badawczy kosmologii kwantowej*, dz. cyt., s. 9–26.

354 Zob. tamże, s. 12.

355 Pas ochronny programu badawczego jest to taka jego część, zawierająca twierdzenia (w tym też prawa), które mogą zostać zmodyfikowane (w tym też odrzucone) w przypadku

jego hipotezy staną się podległe empirycznej weryfikacji”³⁵⁶. I właśnie tego typu programami, tzn. rozwijającymi się, lecz niedojrzałymi, są programy badawcze kwantowej teorii grawitacji oraz kwantowej kosmologii³⁵⁷. Co więcej, Szydłowski rozróżnia oba te programy³⁵⁸. Warto więc mieć na uwadze różnice pomiędzy kwantową teorią grawitacji a kosmologią kwantową. W obydwu programach badawczych występują inne tzw. twarde rdzenie. Poza tym inne też są cele każdego z programów. Celem programu badawczego kwantowej teorii grawitacji jest zbudowanie teorii fundamentalnej (ostatecznej)³⁵⁹, zaś celem programu badawczego kwantowej kosmologii jest aplikacja owej teorii fundamentalnej do badania ewoluującego Wszechświata³⁶⁰.

Na koniec tej części rozważań należy postawić pytanie o związek kwantowej teorii grawitacji z pojęciem czasu. W jaki sposób nowa teoria kwantowej grawitacji będzie opisywać czas? Czy w opisie struktury Wszechświata we wczesnych etapach jego istnienia (np. w erze Plancka) czas będzie pełnić dalej swoją rolę? W fizyce klasycznej czas był absolutnym elementem rzeczywistości. Wraz z przestrzenią tworzył scenę Wszechświata, na której rozgrywały się wszystkie zjawiska i w której istniały i poruszały się wszystkie ciała materialne. W teorii względności, szczególnej i ogólnej, czasoprzestrzeń (już nie czas i przestrzeń) stała się ową sceną, ale diametralnie odmienił się jej

ich niezgodności z danymi empirycznymi. W koncepcji rozwoju programów badawczych Imre Lakatos pas ochronny pełni rolę zabezpieczenia (jak sama nazwa wskazuje) tzw. twardego rdzenia programu badawczego, który to rdzeń jest zbiorem twierdzeń (w tym też praw) niemożliwych do obalenia (sfalsyfikowania) przez dane empiryczne. Więcej na ten temat można znaleźć w: I. Lakatos, *Nauka a pseudonauka*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 9(1987), 2–11, <http://www.obi.opoka.org.pl/zfn/009/zfn00901Lakatos.pdf> (dostęp: 16.12.2016). Omówienie tych pojęć można znaleźć również w: W. Sady, *Spór o racjonalność naukową. Od Poincarégo do Laudana*, Toruń: Wydawnictwo Naukowe UMK, 2013, s. 312–319.

³⁵⁶ M. Szydłowski, *Program badawczy kosmologii kwantowej*, dz. cyt., s. 10.

³⁵⁷ Zob. tamże, s. 22.

³⁵⁸ „Każdy z tych projektów może być traktowany jako alternatywny projekt badawczy, którego celem jest konstrukcja adekwatnej kwantowej teorii grawitacji oraz modelu kosmologicznego (kosmologii kwantowej i kwantowej grawitacji), będącego jej naturalną, chociaż bardzo spekulatywną, aplikacją”, tamże, s. 14.

³⁵⁹ Przy czym to, jakiego rodzaju teorią ostateczną – tzn. bądź teorią wszystkiego homogeniczną, bądź teorią wszystkiego heterogeniczną, bądź też teorią ostateczną cząstkową – będzie poszukiwana kwantowa teoria grawitacji, zależy od czynników, które w swej istocie wykraczają poza sferę podstawowej działalności badawczej danego naukowca, w tym przypadku poza dziedzinę fizyki teoretycznej. Będzie o tym mowa w ostatnim rozdziale niniejszej pracy.

³⁶⁰ Por. M. Szydłowski, *Program badawczy kosmologii kwantowej*, dz. cyt., s. 23–24.

charakter. Pod względem ontologicznym pozostała czasoprzestrzeń „absolutną” areną rzeczywistości, lecz owa arena przestała być statyczna, a stała się dynamiczna i zaczęła podlegać zmianom pod wpływem działania siły grawitacji, utożsamionej z zakrzywieniem czasoprzestrzeni. Czas w teorii względności stał się albo indywidualnym „czasem własnym” związanym z krzywymi czasopodobnymi w czasoprzestrzeni (szczególna teoria względności), albo też „czasem globalnym” (kosmicznym) wyprowadzonym z metryki Robertsona–Walkera dla czasoprzestrzeni (ogólna teoria względności). W fizyce kwantów zaś czas z jednej strony „musi” pełnić rolę analogiczną do tej, jaką miał w fizyce klasycznej, z drugiej zaś wydaje się, że istnieją zjawiska kwantowe dziejące się poza czasem i przestrzenią.

Widać więc od razu, że przy próbach budowania kwantowej teorii grawitacji trzeba będzie te wszystkie ujęcia czasu jakoś połączyć. Wydaje się to być zadaniem niemożliwym do zrealizowania³⁶¹. Jak połączyć brak sztywnej (statycznej) areny czasowej i przestrzennej w ogólnej teorii względności z potrzebą jej istnienia dla części zjawisk kwantowych? A jak w tym wszystkim umieścić jeszcze te zjawiska kwantowe, które zdają się dziać poza czasem i przestrzenią? Wydaje się, że pojęcie czasu w kwantowej teorii grawitacji zostanie mocno osłabione³⁶². Być może warto zastanowić się nad tym, czy w ogóle pojęcie czasu jest potrzebne w kwantowej teorii grawitacji, skoro jest z nim tak duży problem. Czy nie lepiej pozbyć się czasu, tak aby nie stwarzał on nam dodatkowych trudności? Z pragmatycznego punktu widzenia odpowiedź wydaje się być oczywista. Skoro czas jest problemem, to należy się go pozbyć. Julian Barbour – autor książki *The End of Time* – wydaje się być zwolennikiem takiego rozwiązania. Dla niego powstanie kwantowej teorii grawitacji będzie oznaczać właśnie ostateczne pożegnanie z pojęciem czasu (ma nastąpić koniec czasu zamiast „mitycznego” końca fizyki³⁶³). Co więcej,

³⁶¹ Por. A. Łukasik, dz. cyt., s. 209.

³⁶² Zob. L. M. Sokołowski, dz. cyt., s. 21 (wg numeracji wersji zamieszczonej online).

³⁶³ Chodzi tu o popularny pogląd, w myśl którego zbudowanie teorii mającej zawierać całość danej dziedziny kończy tym samym historię jej rozwoju. Owa dziedzina po tzw. „końcu swej historii” przestaje być już areną nowych odkryć, rewolucji naukowych itp., a jedynie „nowości”, jakie się w niej pojawiają, dotyczą co najwyżej uszczegóławiania ogólnych jej wyników do konkretnych zastosowań. Tak też miało być w fizyce klasycznej, zanim nie została ogłoszona teoria względności. Tak też ma być – choć wielu naukowców i filozofów temu przeczy – w momencie zbudowania teorii wszystkiego.

według Barboura, to właśnie pojmowanie czasu jako czegoś realnego ma być powodem niemożności zbudowania teorii wszystkiego³⁶⁴.

Oczywiście, jak zawsze w stosunku do postulatów pozbycia się czegoś, należy postawić pytanie o to, czy pozbycie się czasu nie przysporzy więcej problemów niż jego pozostawienie w strukturze pojęciowej fizyki, bo czyż w ogóle da się uprawiać fizykę bez pojęcia czasu? A jeżeli tak, to czy powinno nastąpić również usunięcie czasu z innych dziedzin nauki, w tym z filozofii? Wreszcie – czy dzięki odkryciu efektywnego modelu opisującego powstanie i ewolucję Wszechświata, jaki ma pojawić się w ramach kosmologii kwantowej, przybliżymy się do odkrycia tego, jaka jest prawdziwa natura Wszechświata? I czy będzie tam miejsce dla czasu? Próba odpowiedzi na te pytania wymaga przyjrzenia się pewnym modelom, które postulują brak czasu na najgłębszym poziomie struktury Wszechświata. Rozpatrywanymi propozycjami będą koncepcje: 1) Wszechświata bez brzegów Hawkinga–Hartle’a, 2) Wszechświata nieprzemiennego Hellera–Sasina, oraz 3) Wszechświata Platonii Barboura. Owe koncepcje zostaną omówione w następnym rozdziale, zaś krytyczna ich analiza zostanie przeprowadzona w ostatnim, czwartym, rozdziale.

³⁶⁴ Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, Oksford–Nowy Jork: Oxford University Press, 2001, s. 13–16.

ROZDZIAŁ 3

ACZASOWOŚĆ WSZECHŚWIATA W WYBRANYCH MODELACH KOSMOLOGICZNYCH

W niniejszym rozdziale zostaną zaprezentowane modele postulujące brak czasu na najbardziej fundamentalnym poziomie struktury Wszechświata. Ten pozornie paradoksalny krok, z punktu widzenia poszukiwań natury czasu, można wyjaśnić następująco. Analiza koncepcji, w których czasu wydaje się nie być, ma ukazać to, czy rzeczywiście czasu można i czy należy się pozbyć. Wszak czas występuje w wielu naukach, również w naukach fizykalnych. Czy postulowana aczasowość na najbardziej podstawowym poziomie Wszechświata ma wykluczyć jego istnienie również na innych poziomach rzeczywistości oraz w innych dziedzinach nauki? Czy nasze podstawowe doświadczenie egzystencjalne, czyli doświadczenie przemijania oraz ogólnie czasowości, nie ma żadnych podstaw w świecie realnym opisywanym przez współczesne nauki fizykalne?

Poprzez prezentację trzech modeli: 1) Wszechświata bez brzegów autorstwa Hawkinga i Hartle'a, 2) Wszechświata nieprzemiennego autorstwa Hellera i Sasina oraz 3) autorskiej koncepcji Wszechświata Platonii Juliana Barboura, spróbuję zmierzyć się z postawionymi wyżej pytaniami. Czy rzeczywiście autorzy modeli aczasowych negują istnienie czasu w sposób absolutny, czy też może jednak czas pojawi się w którymś miejscu ich koncepcji? A jeżeli tak, to czym ów czas w zaprezentowanych modelach będzie i na czym zostanie on ufundowany? Można spróbować uzasadnić wybór tych właśnie koncepcji spośród wielu innych, o których była mowa w poprzednim rozdziale, przez odwołanie się do typologii związanej z kwantowaniem grawitacji³⁶⁵. Wszystkie trzy koncepcje negują fundamentalność czasu, względnie czasoprzestrzeni w modelu powstania i ewolucji Wszechświata. Pod tym względem owe trzy koncepcje są do siebie podobne. Można – używając języka programów badawczych Lakatosa – powiedzieć, że każda z zaprezentowanych poniżej koncepcji ma swój twardy rdzeń, w którym jest mowa o braku czasu na poziomie fundamentalnej struktury Wszechświata. Zarazem owe trzy koncepcje inaczej podchodzą do kwestii istnienia na

365 Została ona przedstawiona w podrozdziale 2.3.

innych poziomach rzeczywistości struktury czasoprzestrzennej oraz istnienia na tych poziomach samego czasu. Tutaj można już dostrzec wyraźne różnice pomiędzy prezentowanymi koncepcjami. Próba wyjaśnienia powodów istnienia tych różnic zostanie podjęta w następnym rozdziale.

Wybrane jako przedmiot analiz modele są dobrze znane i były już analizowane w literaturze filozoficznej³⁶⁶. Jednakże w dotychczasowych opracowaniach większy nacisk kładzie się na zagadnienie tzw. „kwantowej kreacji Wszechświata z nicości” i na problemy z tym związane, czy też na problem możliwości uprawniania tzw. „fizyki bezczasowej”, albo też na ocenę poszczególnych modeli pod względem spełniania przez nie kryteriów bycia kandydatami na kwantową teorię grawitacji. W tej pracy chciałbym natomiast w centrum postawić zagadnienie statusu ontycznego czasu w tych modelach oraz spróbować odnieść wnioski z tego wypływające do pewnych zagadnień z zakresu filozofii czasu. Z tego też względu modele postulujące aczasowość Wszechświata na fundamentalnym poziomie jego struktury wydają się być najbardziej odpowiednie do tego typu analiz, gdyż rozważania prowadzone w kontekście owych modeli muszą też uwzględniać kwestie dotyczące genezy czasu. Nie mogą ograniczać się tylko do zagadnień związanych z naturą czasu, lecz powinny też poruszać problem jego istnienia. To zaś można uznać za dodatkowy argument za dokonaniem w niniejszej pracy wyborem modeli kosmologicznych jako przedmiotu badań i punktu wyjścia do prowadzenia, w kolejnym rozdziale, rozważań o charakterze filozoficznym³⁶⁷. Prezentację aczasowych modeli Wszechświata rozpocznę od modelu Wszechświata bez brzegów, którego autorami są Stephen Hawking i James Hartle.

³⁶⁶ Zob. S. Leciejewski, *Geneza czasu według kosmologii kwantowej*, dz. cyt., s. 29–53; H. Price, dz. cyt., s. 107–115; M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., 70–82; M. Heller, *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, dz. cyt., 87–98; M. Heller, *Graniczne zagadnienia fizyki i kosmologii*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 403–416; W. P. Grygiel, *Czy czas jeszcze płynie w fizyce? Ontologia czasu a współczesne teorie fizyczne*, dz. cyt., 107–120; M. L. Hohol, *Dlaczego Julian Barbour ogłosił koniec czasu?*, w: *Wymiary czasu*, dz. cyt., s. 108–122.

³⁶⁷ Przy czym nie neguję wartości analiz dotyczących wyłącznie kwestii natury czasu (prowadzonych z pominięciem problemu istnienia czasu) w odniesieniu np. do modeli cyklicznych, rozważanych w kosmologii kwantowej (m.in. model Steinhardta–Turoka, model Baumana–Framptona). Niemniej wydaje mi się, że tego typu analizy przekraczają ramy tematyczne niniejszej pracy, zwłaszcza w kontekście wysuniętej w punkcie wyjścia hipotezy badawczej, tj. w modelach kosmologicznych, które *explicite* postulują aczasowość Wszechświata, można wskazać elementy fundujące czas.

3.1 WSZECHŚWIAT BEZ BRZEGÓW HAWKINGA–HARTLE’A

Model Wszechświata bez brzegów, zaproponowany przez Stephena Hawkinga i Jamesa Hartle’a, jest jedną z wielu prób połączenia ogólnej teorii względności z prawami teorii kwantów. Prekursorem tej koncepcji jest autor *Krótkiej historii czasu*, badający problem osobliwości³⁶⁸ i szukający jego rozwiązania za pomocą metod dostępnych w ramach standardowej teorii kwantów³⁶⁹. Na początku zostanie przedstawiona droga badawcza, jaką przebył Hawking, nim opracował wraz z Hartle’em model Wszechświata bez brzegów.

W 1965 roku Stephen Hawking rozpoczął badania nad problemem osobliwości, a w 1966 podjął współpracę z Rogerem Penrose’em. Następnie opublikowali wspólnie artykuł *The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology*³⁷⁰, w którym dowodzili, że poprawność teorii względności wymaga, a wręcz niejako wymusza istnienie w historii Wszechświata osobliwości w rodzaju Wielkiego Wybuchu³⁷¹. Równolegle Hawking pracował nad zagadnieniem kwantowej interpretacji fizyki czarnych dziur, w której wykorzystywano między innymi termodynamikę. Z obliczeń, jakich dokonał Hawking, wynikało, że czarna dziura powinna emitować cząstki³⁷². Wydawało się, że czarne dziury nie są do końca czarne. Jedną z konsekwencji takiej tezy jest fakt, że „czarna dziura musi się kurczyć”³⁷³. Jeśli wziąć pod uwagę efekty kwantowe, to wydaje się, iż czarna dziura w końcu paruje i znika wraz z zawartą w niej osobliwością³⁷⁴. W związku z tym Hawking zaczął się zastana-

³⁶⁸ Zob. J. Gribbin, M. White, *Stephen Hawking. Życie i nauka*, tłum. B. Kołodziejczyk i D. M. Śledziwska-Błocka, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1994, s. 197–198.

³⁶⁹ Dlatego też propozycję Hawkinga–Hartle’a określa się jako model semikwantowy. To określenie wynika z tego, że Hawking nie kwantuje bezpośrednio czasoprzestrzeni, lecz przez zastosowaną metodę stara się rozszerzać zakres stosowania ogólnej teorii względności również w obszarze kwantowych efektów grawitacyjnych; zob. W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość*, Kraków: Copernicus Center Press, 2014, s. 160–161.

³⁷⁰ S. W. Hawking, R. Penrose, *The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology*, dz. cyt., s. 529–548.

³⁷¹ Zob. S. W. Hawking, *Krótką historią czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 57.

³⁷² Zob. tamże, s. 104.

³⁷³ J. Gribbin, M. White, dz. cyt., s. 164.

³⁷⁴ Zob. S. W. Hawking, *Krótką historią czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 112.

wiać, czy wykorzystanie wyników uzyskanych na polu badania klasycznych osobliwości może pomóc w rozwiązaniu problemu osobliwości początkowej, która w modelu Wielkiego Wybuchu powodowała załamywanie się możliwości predykcji dotyczących zachowania Wszechświata w tym szczególnym momencie jego ewolucji. Wiele wskazywało na to, a przynajmniej Hawking postawił taką hipotezę, że wypracowany przez niego sposób opisu zachowania się klasycznych osobliwości typu czarna dziura i ujawniające się w tym opisie nowe właściwości tych osobliwości, umożliwią przełamanie bariery poznawczej, jaką stanowiła osobliwość początkowa w standardowym modelu opisującym powstanie i ewolucję Wszechświata³⁷⁵. Dlatego też, mniej więcej od 1975 roku, zaczął Hawking intensywnie pracować nad metodą kwantowania grawitacji. Przedstawił on swoje wyniki w 1981 roku podczas konferencji poświęconej kosmologii odbywającej się w Watykanie³⁷⁶. Ostatecznie model Wszechświata bez brzegów przedstawił Hawking w artykule *The Wave Function of Universe*, napisanym wraz z Jamesem Hartle'm i opublikowanym w 1983 roku³⁷⁷. Oczywiście to nie jedyna publikacja Hawkinga poświęcona zagadnieniu budowania kwantowej teorii grawitacji z zastosowaniem metod wypracowanych w trakcie badania osobliwości tzw. klasycznych. Hawking wraz ze współpracownikami wypracowywał kolejne modele wszechświatów o coraz bogatszej pod względem zawartości struktury, poczynawszy od pustego wszechświata de Sittera, aż do coraz bardziej

³⁷⁵ Zob. S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 84–85. Wojciech Grygiel genezę tej idei widzi w jeszcze wcześniejszym okresie życia Hawkinga. W monografii poświęconej polemice między Stephenem Hawkingiem a Rogerem Penrose'em, prowadzonej w 1994 roku Instytucie Nauk Matematycznych im. Izaaka Newtona w Cambridge, Grygiel wskazuje na olśnienie, jakiego miał doznać Hawking (było to na początku lat 60. XX wieku, czyli jeszcze przed obroną doktoratu, która miała miejsce w 1966 roku), na skutek spotkania i dyskusji z Penrose'em. To wtedy właśnie Hawking miał uświadomić sobie, że metody, jakie Penrose stosuje do badania czarnych dziur, mogą zostać zastosowane do analizy Wielkiego Wybuchu. Późniejszy autor *Krótkiej historii czasu* wpadł również na pomysł, aby Wielki Wybuch potraktować jako odwrócone w czasie zapadanie się czarnej dziury; por. W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose'a spór o rzeczywistość*, dz. cyt., s. 123–124.

³⁷⁶ Zob. S. W. Hawking, *Krótka historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 112–113; J. Gribbin, M. White, dz. cyt., s. 197.

³⁷⁷ J. Hartle, S. W. Hawking, *The Wave Function of Universe*, „Physical Review D” 28(1983), z. 12, 2960–2975. Opis samego modelu, jak i sposobu jego budowania – oczywiście w wersji bardzo uproszczonej – można znaleźć w popularno-naukowych pracach Hawkinga: *Krótka historia czasu*, *Teoria wszystkiego*, *Wszechświat w skorupce orzecha* oraz w pracy *Natura czasu i przestrzeni*.

„realnych” modeli, zawierających np. pola fizyczne materii. Przykładem jednego z bardziej bogatych w struktury może być wypracowany przez Hawkinga we współpracy z Ianem Mossem model instantonu, który zawiera pola fizyczne materii pod postacią skalarne go pola i związanego z nim potencjału³⁷⁸. Model ów wydaje się być bardziej zaawansowany od modelu Wszechświata bez brzegów. Jednakże model Wszechświata bez brzegów, będąc modelem prostszym, jest pozbawiony pewnych skomplikowanych struktur. Istnienie tych struktur w modelu instantonu stało się powodem pojawienia się problemów, które ostatecznie doprowadziły do zarzucenia całego programu tzw. Euklidesowej kwantowej grawitacji³⁷⁹, którego jednym z „ojców założycieli” i centralną postacią był Stephen Hawking³⁸⁰. Użycie takiego określenia stanie się bardziej jasne wraz z przedstawieniem samego modelu Wszechświata bez brzegów.

Prezentację modelu Wszechświata bez brzegów zacznę od wyróżnienia założeń wstępnych poczynionych przez jego autorów. Chodzi zarówno o założenia natury metodologicznej, jak i ontologicznej. Jest to niezwykle ważne, gdyż metoda badawcza zastosowana przez autorów modelu, wydaje się mieć istotny wpływ na kształt samego modelu, a tym samym zaś determinować obraz Wszechświata, jaki się wyłania z tego modelu³⁸¹. Można, w tym względzie, przytoczyć słowa Wojciecha Grygiela, który stwierdza wprost, że „zdefiniowanie przez Hawkinga jego badawczej metody niemal całkowicie determinuje wszystkie dalsze podejmowane przez niego kroki, czyniąc je jedynie obliczeniowymi konsekwencjami poczynionych założeń”³⁸². Pierwszym

378 Zob. W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość*, dz. cyt., s. 200–201.

379 Zob. tamże, s. 17.

380 Używam tu czasu przeszłego, gdyż Hawking z czasem zarzucił badania w tym temacie. Obszerny zbiór prac dotyczących tego sposobu budowania kwantowej teorii grawitacji ukazał się pod redakcją Hawkinga i Gibbonsa; zob. G. W. Gibbons, S. W. Hawking, (red.), *Euclidean Quantum Gravity*, Singapur–New Jersey–Londyn–Hong Kong: World Scientific, 1993. Obecnie zaś wydaje się, że Hawking przeniósł swoje zainteresowania badawcze w kierunku M-teorii, którą uważa za będącą najbliższą upragnionej teorii wszystkiego. W książce *Wielki Projekt*, napisanej wspólnie z Leonardem Mlodinowem i wydanej w 2010 roku (wydanie polskie 2011 rok), Hawking przedstawia opinię, że „dysponujemy kandydatką na ostateczną teorię wszystkiego – jeśli rzeczywiście coś takiego istnieje. M-teoria [...] to jedyny model zawierający w sobie wszystkie własności, które powinna, jak sądzimy, mieć teoria końcowa”, S. W. Hawking, L. Mlodinow, *Wielki Projekt*, dz. cyt., s. 13.

381 To zagadnienie zostanie rozwinięte w dalszej części pracy.

382 W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość*, dz. cyt., s. 191.

założeniem jest to, że model Wszechświata bez brzegów ma być zgodny z Feynmanowskim sformułowaniem mechaniki kwantowej za pomocą sum po historiach³⁸³. W takim sformułowaniu danej cząstce nie przypisuje się pojedynczej historii, czy też jednej trajektorii ruchu. Jeżeli na poziomie mikroświata nie można mówić o jednej rzeczywistości (w klasycznym rozumieniu tego słowa), lecz o swego rodzaju superpozycji wielu rzeczywistości alternatywnych (w zasadzie można mówić o tym, że jest ich nieskończenie wiele), to w przypadku owej cząstki zakładamy, że porusza się ona po każdej możliwej drodze w przestrzeni konfiguracyjnej pomiędzy dwoma punktami (ową drogę traktuje się jako klasyczną historię danej cząstki). Z każdą historią (trajektorią) przejścia danej cząstki z jednego punktu do drugiego związane są dwie liczby. Pierwsza przedstawia amplitudę fali, druga reprezentuje fazę, czyli położenie w cyklu. Poszczególne amplitudy przypisuje się danym historiom dzięki wykorzystaniu lagranżjanu, a właściwie całki z niego będącej działaniem S dla danej trajektorii³⁸⁴. Działanie S wchodzi do wyrażenia oznaczającego ową amplitudę dla danej trajektorii (czyli $e^{iS/\hbar}$)³⁸⁵. Hawking wyjaśnia, że: „Prawdopodobieństwo, że cząstka przejdzie przez jakiś określony punkt, znajdujemy, dodając wszystkie fale związane ze wszystkimi historiami cząstki przechodzącymi przez ten punkt”³⁸⁶. W szczególności nie

383 Angielski termin *sum over histories*. Używa się również terminu „całki po drogach”, względnie „całki po trajektoriach”, co odpowiada angielskiemu *path integrals*; zob. R. Penrose, *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, dz. cyt., s. 638.

384 Lagranżjan, inaczej zwany również funkcją Lagrange’a, jest to: „Wielkość mechaniki, wyrażona przez współrzędne uogólnione, prędkości uogólnione i czas, stanowiąca różnicę dwu wielkości, z których jedna reprezentuje ruch rozważanego układu fizycznego, a druga opisuje oddziaływanie (zarówno wewnątrz układu, jak i z innymi układami fizycznymi). [...] W przypadku, gdy rozważany układ fizyczny ma nieskończenie wiele stopni swobody (pole fizyczne), wyrażenia na funkcję Lagrange’a należy odpowiednio zmodyfikować. Współrzędnymi uogólnionymi są wówczas składowe pola w każdym z osobna punkcie przestrzeni, w którym występuje pole, natomiast prędkościami uogólnionymi są pochodne cząstkowe tych składowych względem czasu. Wówczas funkcję Lagrange’a można zapisać jako całkę po całej czasoprzestrzeni, w której istnieje pole, z tzw. gęstości funkcji Lagrange’a L [...]. Tak więc znajomość funkcji Lagrange’a dla danego układu mechaniki [i analogicznie również dla układu polowego] pozwala na natychmiastowe sformułowanie równań ruchu tego układu”, *Lagrange’a funkcja*, w: *Encyklopedia fizyki*, t. 2, red. B. Karczewski i inni, Warszawa: PWN, 1973, s. 149–150; zob. też: M. Kupczyński, *Teoria pola*, w: *Encyklopedia fizyki współczesnej*, red. A. K. Wróblewski i inni, Warszawa: PWN, 1983, s. 73–75.

385 Zob. R. Penrose, dz. cyt., s. 638–639.

386 S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 128; zob. też: J. Hartle, S. W. Hawking, dz. cyt., s. 2960.

chodzi o klasyczną sumę, gdyż w przypadku metody „sumowania po historiach” mamy do czynienia nie z określoną (nawet bardzo dużą) liczbą n historii, lecz z ich kontinuum. Dlatego zamiast klasycznego „wysumowania po wszystkich klasycznych alternatywach”, należy dokonać „wycalkowania po przestrzeni stanów klasycznych”, aby całkowite prawdopodobieństwo było równe jedności³⁸⁷. Tego typu działanie w klasycznej mechanice kwantowej nie nastroczało dużych problemów. W omawianym przypadku zastosowania tego zabiegu w kwantowej teorii pola, gdzie mamy mieć do czynienia z nieskończone wymiarową przestrzenią trajektorii klasycznych, pojawiają się dość duże trudności techniczne, które wymagają zastosowania dodatkowych procedur – tzw. renormalizacji. Procedura renormalizacji ma na celu przeciwdziałanie oscylowaniu całek i przywróceniu ich zbieżności³⁸⁸. Wykorzystuje się do tego znany zabieg tzw. transformacji Wicka, o której będzie mowa w dalszej części niniejszego podrozdziału i która pełni znaczącą rolę w modelu Hawkinga–Hartle’a.

Tym samym można przejść do kolejnego założenia, jakie czynią autorzy modelu Wszechświata bez brzegów. Chodzi o to, że metodę całkowania po trajektoriach (sumowania po historiach) Hawking i Hartle zastosowali do całego Wszechświata. Jest to znaczące rozszerzenie zastosowania owej metody na czasoprzestrzeń o zmiennej krzywiznie³⁸⁹. W takim przypadku należy brać pod uwagę historię nie pojedynczej cząstki, ale całego Wszechświata. Stąd rozpatrywana suma po historiach będzie dotyczyła w zasadzie wszystkich możliwych stanów Wszechświata, wszystkich możliwych jego historii. W tym podejściu należy również uwzględnić takie historie, w których nie powstało we Wszechświecie inteligentne życie. Te wszystkie warianty ogromnie komplikują obliczenia dotyczące działania modelu. Dlatego też autorzy modelu Wszechświata bez brzegów poczynili trzecie już założenie, w którym to odwołują się do zasady antropicznej: „[w] istocie nie ma większego znaczenia, ile jest historii, w których nie powstały inteligentne istoty. Interesuje nas tylko ten podzbiór historii, w których takie istoty powstały”³⁹⁰. Użycie zasady antropicznej, jako kryterium wyboru rozpatrywanych historii Wszechświata, pozwoliło uprościć obliczenia. Dzięki temu model w ogóle

387 Zob. R. Penrose, dz. cyt., s. 639.

388 Zob. tamże, s. 647–651; W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość*, dz. cyt., s. 163.

389 Por. tamże.

390 S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 87.

mógł „działać”³⁹¹. Hawking w swojej najslynniejszej pracy, pt. *Krótką historią czasu*, broni słuszności użycia zasady antropicznej przy tworzeniu modelu Wszechświata bez brzegów: „Tylko nieliczni ludzie kwestionują poprawność lub użyteczność słabej zasady antropicznej”³⁹².

Wykorzystywanie zasad antropicznych stanowi, do pewnego stopnia, wyjście poza standardową metodę stosowaną w fizyce teoretycznej. Wątpliwości co do stosowania owych zasad wyraża, między innymi, Roger Penrose. Dla niego użycie zasad antropicznych jest swego rodzaju działaniem zastępczym, które pozwala prowadzić analizy w momencie, gdy standardowe analizy teoretyczne wyczerpują swoje możliwości³⁹³. Co prawda, jest możliwe, że ostatecznie warunków początkowych dla rzeczywistego Wszechświata nie da się wyprowadzić na drodze teoretycznej i ich wybór będzie musiał zostać dokonany w pewien sposób arbitralnie. Przy czym w tym wyborze będzie trzeba uwzględnić istnienie rozumnego życia. Niemniej takie rozwiązanie uznaje Penrose za ostateczność³⁹⁴.

Wyjaśnianie antropiczne jest przykładem bardziej ogólnego schematu wyjaśniania, opartego o zasadę szczególnego dostrojenia warunków początkowych. Innym schematem wyjaśniania posługuje się tak zwane wyjaśnianie indyferentne³⁹⁵. Owe wyjaśnienia opierają się na założeniu, że istnieje wiele różnych zestawów warunków początkowych, a nie tylko jeden zestaw, a każdy taki zestaw w zasadzie może prowadzić do obserwowanego

³⁹¹ Chodzi o to, że mniej skomplikowane obliczenia umożliwiały dokonywanie przewidywań.

³⁹² S. W. Hawking, *Krótką historią czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 120.

³⁹³ Zob. S. Leciejewski, *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne*, dz. cyt., s. 154–155; S. Leciejewski, *Antropizm w kosmologii (od wielkich liczb do idei multiświata)*, „Roczniki Filozoficzne” 59(2011), z. 2, s. 178–181.

³⁹⁴ Zob. R. Penrose, dz. cyt., s. 729. Bardziej wyważone poglądy w tym zakresie prezentuje Józef Turek, który przyznaje, że gdy tylko jest to możliwe, należy stosować w praktyce badawczej inne sposoby wyjaśniania. Niemniej wyjaśnienia antropiczne mają wartość poznawczą wszędzie tam, gdzie, z braku odpowiedniej teorii przyrodniczej, inne sposoby wyjaśniania zawodzą – zwłaszcza w zakresie ukazywania powiązań pomiędzy strukturą Wszechświata w skali mikro, a ową strukturą w skali makro; zob. J. Turek, *Kosmiczne koincydencje. Proponowane wyjaśnienia*, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2014, s. 101–102, 207–208.

³⁹⁵ Nazwa „indyferentyzm” pochodzi od Ernana McMullina, który w swoich pracach opisywał konflikt pomiędzy zasadą szczególnego dostrojenia, a zasadą indyferentyzmu; zob. E. McMullin, *Indifference Principle and Anthropic Principle in Cosmology*, „Studies in History and Philosophy of Science” 24(1993), z. 3, 359–389.

Wszechświata³⁹⁶. Wydaje się, że w kosmologii ten sposób postępowania jest bliższy praktyce badawczej, gdzie naukowcy starają się konstruować wiele teoretycznych modeli, opisujących strukturę Wszechświata. Zresztą modele te, formułowane jako układy równań różniczkowych, z samej swej natury mają wiele możliwych rozwiązań (teoretycznie nieskończenie wiele). W tym kontekście Szydłowski i Golbiak słusznie zauważają, że „trudno sobie wyobrazić istnienie takiej teorii kosmologicznej, która dawałaby jedno rozwiązanie dla Wszechświata”³⁹⁷. Przy czym jedynym adekwatnym sposobem weryfikacji danego modelu kosmologicznego pozostają obserwacje i testy astronomiczne, co zgodne jest z dyrektywami metodologicznymi współczesnej kosmologii³⁹⁸. Z drugiej strony zaś przy próbie stworzenia nowej teorii fundamentalnej dla opisu Wszechświata na najbardziej podstawowym poziomie jego struktury, strategia opierająca się na apriorycznym założeniu pewnych warunków początkowych musi posiadać pewne walory, gdyż istnienie inteligentnego życia wymaga, aby Wszechświat posiadał pewne konkretne własności³⁹⁹. Zasada antropiczna w tym przypadku działa jak ob-

396 Józef Turek omawiając treść zasady indyferentyzmu stwierdza, że nakłada ona na badania dotyczące Wszechświata dwa wymagania. Pierwsze z nich dotyczy tego, aby „dopuszczać w punkcie wyjścia wszelkie możliwe jego [Wszechświata] stany początkowe, a nie preferować, czy też z góry wybierać z nich jeden, ściśle określony”. Drugie zaś wymaganie sprowadza się do tego, aby „odrzucać interwencję jakiegokolwiek czynnika celowościowego, który byłby odpowiedzialny za pojawienie się w tym Wszechświecie porządku”, J. Turek, *Kosmiczne koincydencje. Proponowane wyjaśnienia*, dz. cyt., s. 190.

397 M. Szydłowski, J. Golbiak, *Filozoficzny wybór pomiędzy zasadą indyferentyzmu a zasadą szczególnego dostrzeżenia*, „Roczniki Filozoficzne” 54(2006), z. 2, s. 232.

398 Zob. tamże.

399 Można mówić o dwóch grupach takich własności. Z jednej strony są to własności globalne Wszechświata, które są przedmiotem zainteresowania kosmologii. Tutaj można wskazać na odpowiednie wartości sił grawitacji i pozostałych oddziaływań fizycznych, gęstość materii, ale też wartość krzywizny przestrzeni, ilość jej wymiarów oraz tempo ekspansji Wszechświata, a także odpowiedni rozkład materii we Wszechświecie (istnienie odpowiedniej ilości materii, galaktyk, gwiazd, planet, w tym Ziemi); zob. M. Rees, *Tylko sześć liczb*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa: CIS, 2000. Drugą grupę stanowią własności dotyczące „bardziej konkretnych” warunków panujących na Ziemi, a więc przedziału temperatur, ciśnienia, ale także to, że Ziemia posiada atmosferę, która chroni przed wysokoenergetycznym promieniowaniem kosmicznym, czy też występowanie na Ziemi odpowiedniej ilości pierwiastków biogennych i związków chemicznych przyjaznych dla życia; zob. J. V. Feitzinger, *Zasada antropiczna – kosmiczne ograniczenie dla życia*, tłum. B. Baran, w: *Czy przed Wielkim Wybuchem był Bóg? Argumenty naukowców i teologów*, red. T. D. Wabbel, Warszawa: PIW, 2007, s. 62–68. Owe własności stanowią warunki konieczne do tego, aby powstało życie na Ziemi w znanej nam postaci. Pozostaje jeszcze kwestia warunków

serwabla, która ogranicza zbiór możliwych wszechświatów⁴⁰⁰. A to, jak już zostało powiedziane wyżej, bardzo ułatwiło autorom modelu Wszechświata bez brzegów obliczenia. Niemniej z zastosowaniem zasady antropicznej wiążą się również pewne problemy. Chodzi o to, że w podejściu zakładającym szczególne (czyli umożliwiające powstanie, rozwój i trwanie inteligentnego życia) dostrojenie warunków brzegowych, należy również precyzyjnie określić pojęcie „bliskości” oraz pojęcie „przestrzeni stanów danego układu”. To zaś, w opinii Szydłowskiego i Golbiaka, jest również dość trudną i skomplikowaną procedurą, gdyż „w ogólnym przypadku przestrzeni stanów układu jest strukturą bardzo złożoną, w której określenie bliskości jest nietrywialne”⁴⁰¹. Być może zatem Hawking i Hartle, chcąc pozbyć się trudności w obliczeniach na jednym z etapów tworzenia swojego modelu kosmologicznego, mogli doprowadzić do powstania innego rodzaju trudności w obliczeniach, umiejscowionych gdzie indziej w obrębie omawianego modelu Wszechświata bez brzegów. Przy czym nie można wykluczyć, że autorzy modelu, podobnie jak inne osoby odwołujące się do zasad antropicznych, nie mieli pełnej świadomości opisanych wyżej trudności⁴⁰².

wystarczających procesu powstania życia, które to warunki nie zostały jeszcze, na obecnym etapie rozwoju nauk o życiu, jednoznacznie i ostatecznie określone; zob. M. Mazurek, *Wyjaśnianie antropiczne*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 44(2008), z. 2, s. 153–154.

⁴⁰⁰ Sławomir Leciejewski przedstawia zasadę antropiczną również jako test dla modeli kosmologicznych, umożliwiając zacieśnienie klasy dopuszczalnych modeli kosmologicznych do pewnej ich podklasy, w której Wszechświat opisywany przez dany model dopuszcza istnienie obserwatora na Ziemi. Szczegółowe omówienie tego zagadnienia można znaleźć w: S. Leciejewski, *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne*, dz. cyt., s. 162–174.

⁴⁰¹ M. Szydłowski, J. Golbiak, dz. cyt., s. 244.

⁴⁰² Oczywiście nie można zapominać o tym, że również przy podejściu indyferentnym pojawiają się problemy. Dużym ograniczeniem zasady indyferentyzmu jest to, że zakłada ona pewną własność Wszechświata, a mianowicie nieczułość na małe zmiany warunków początkowych. A właśnie szczególnie czułe na małe zamiany warunków początkowych są układy, w których występuje chaos deterministyczny. W realnych układach zaś właśnie taka własność występuje. „Oczywiście, gdy warunki początkowe byłyby zadane z nieskończoną dokładnością – stwierdzają Szydłowski i Golbiak – mielibyśmy jednoznacznie zdeterminowaną ewolucję układu. Problem polega na tym, że jest to niemożliwe, chociażby z tego powodu, że zadając warunki początkowe, musimy używać liczb wymiernych”. Tego typu ograniczenia nie dotyczyłyby jedynie Boga; zob. tamże, s. 246.

Analizy metodologiczno-epistemologiczne⁴⁰³ ukazują, że wyjaśnienia odwołujące się do zasad antropicznych nie są ani wyjaśnianiem kauzalnym, ani wyjaśnianiem poprzez prawa, ani wyjaśnianiem subsumpcyjnym, ani nawet wyjaśnianiem generalizującym⁴⁰⁴. Według Józefa Turka wyjaśnianie antropiczne „jest przechodzeniem od zdań jednostkowych, stwierdzających poszczególne koincydencje kosmiczne i wyznaczane przez nie własności globalne Wszechświata, do innego zdania jednostkowego wskazującego na fakt istnienia życia w tym Wszechświecie jako czynnika wyjaśniającego te właśnie własności”⁴⁰⁵.

Należy zwrócić uwagę na to, że pomiędzy zasadą szczególnego dopasowania, a zasadą indyferentyzmu nie ma sprzeczności. W opinii Józefa Turka można, w pewnych przypadkach, mówić nawet o wzajemnym uzupełnianiu się wyjaśnień antropicznych i wyjaśnień opartych na zasadzie indyferentyzmu⁴⁰⁶. A zatem wybór bądź to jednej, bądź to drugiej zasady jest wyborem filozoficznym, gdyż dane empiryczne nie odróżniają tych zasad (same dane empiryczne są tym, co tak naprawdę można uznać za determinujące stan Wszechświata). Co więcej, obydwie zasady, zarówno zasada dostrojenia, jak i zasada indyferentyzmu, zdają się mieć same w sobie również charakter zasad filozoficznych. Szydłowski i Golbiak wskazują na pewne różnice między obiema zasadami w tym zakresie: „Pierwsza upatruje źródeł szczególnych własności obserwowanego Wszechświata w starannie dostrojonych »danych początkowych« (należy rozumieć je szerzej niż warunki początkowe, ponieważ są to również prawa fizyki). Druga koncepcja zakłada, że sytuacje szczególnego dostrojenia nie wydarzają się i źródeł obecnej konfiguracji upatruje w generycznych danych początkowych”⁴⁰⁷.

Kolejne (czwarte) założenie modelu Hawkinga–Hartle’a jest takie, że model ten powinien opierać się na pochodzącej od Einsteina koncepcji przedstawienia pola grawitacyjnego za pomocą krzywizny czasoprzestrzeni.

⁴⁰³ Opracowanie pod względem metodologiczno-epistemologicznym zasad antropicznych można znaleźć, między innymi w: J. Turek, *Kosmiczne koincydencje. Proponowane wyjaśnienia*, dz. cyt., s. 199–202; J. Turek, *Wyjaśnianie antropiczne w kosmologii*, „Roczniki Filozoficzne” 54(2006), z. 2, 267–298; M. Mazurek, dz. cyt., 145–160.

⁴⁰⁴ Choć sam schemat odwołujący się do zasady szczególnego dostrojenia określa się czasami właśnie jako tłumaczenie od szczegółu do ogółu; por. M. Szydłowski, J. Golbiak, dz. cyt., s. 247.

⁴⁰⁵ J. Turek, *Kosmiczne koincydencje. Proponowane wyjaśnienia*, dz. cyt., s. 201. Na to samo zwraca również uwagę Mariusz Mazurek; zob. M. Mazurek, dz. cyt., s. 150.

⁴⁰⁶ Zob. J. Turek, *Kosmiczne koincydencje. Proponowane wyjaśnienia*, dz. cyt., s. 202.

⁴⁰⁷ M. Szydłowski, J. Golbiak, dz. cyt., s. 249.

Wtedy to Feynmanowskiemu sumowaniu po historiach będzie podlegał jeden twór, czyli czterowymiarowa czasoprzestrzeń, reprezentująca cały Wszechświat⁴⁰⁸. Hawking wyjaśnia, że w takim przypadku: „Aby obliczyć prawdopodobieństwo istnienia rzeczywistej czasoprzestrzeni o pewnych własnościach, [...] należy dodać do siebie fale związane ze wszystkimi historiami o takich własnościach”⁴⁰⁹. Niemniej, aby uniknąć problemu horyzontu, autorzy modelu przyjęli piątę z kolei już założenie: poszukiwany model ma być modelem Wszechświata zamkniętego. Oczywiście, tak jak przy poprzednich, tłumaczenie przez Hawkinga przyjęcia tego założenia wydaje się być racjonalne: „w kosmologii interesują nas pomiary wykonywane w ograniczonym obszarze, nie zaś w nieskończoności. Nie obserwujemy Wszechświata z zewnątrz, lecz jesteśmy w jego wnętrzu”⁴¹⁰. Dlatego też, według Hawkinga, w kosmologii powinno się obliczać całą Feynmana tylko po metrykach zwartych, to znaczy takich, które są ograniczone i oddzielone od płaskich metryk Euklidesowych. Gdyby nawet uwzględnić całą po metrykach asymptotycznie płaskich, wyniki byłyby niemal takie same, jak wtedy, gdy liczy się je tylko po metrykach zwartych. Postulat ten został określony jako hipoteza braku brzegu⁴¹¹. Odnośnie do tego ostatniego założenia, poczynionego przez autorów modelu Wszechświata bez brzegów, Michał Heller wyraża opinię, że: „W modelu zamkniętym nie ma problemu z warunkami [brzegowymi] w nieskończoności, nieskończoność przestrzenna w ogóle się nie pojawia”⁴¹². Nie trzeba wtedy dodatkowych równań, które niekiedy bardzo trudno zgrać z oryginalnymi równaniami, opisującymi ewolucję modelu. Po prostu łatwiej jest skwantować Wszechświat zamknięty⁴¹³.

Usunięcie osobliwości początkowej z modelu ewolucji Wszechświata odbywa się za pomocą transformacji Wicka. Polega ona na tym, że współrzędną czasową t zamienia się na współrzędną czasu urojonego $\tau = it$, gdzie $i = \sqrt{-1}$. Powoduje to zmianę w równaniach modelu znaku owej współrzędnej z minusa na plus⁴¹⁴. W wyniku tej czynności współrzędna czasowa nie różni się od współrzędnych przestrzennych; Wszechświat wygląda tak samo

408 Zob. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 128–130.

409 Tamże, s. 129.

410 S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 86.

411 Zob. tamże, s. 87.

412 M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 43.

413 Zob. tamże.

414 Zob. J. Hartle, S. W. Hawking, dz. cyt., s. 2961.

w każdym kierunku. Wydaje się, że w modelu Hawkinga–Hartle’a, w początkowej fazie istnienia Wszechświata, tuż po Wielkim Wybuchu, czasu – jako wyróżnionego wymiaru czasoprzestrzeni – po prostu nie ma⁴¹⁵. Oznacza to, że w początkowym okresie swego istnienia Wszechświat był bezczasowy. Aczasowość ujawnia się w początkowej erze jego istnienia. Czas nabiera znacznego nam charakteru dopiero w momencie, gdy ekspandujący Wszechświat przekracza swymi rozmiarami próg Plancka. Jego pojawienie się następuje w momencie złamania symetrii między czterema współzrędnymi rozmiarowości Euklidesowej⁴¹⁶. Czerowymiarowa czasoprzestrzeń Euklidesowa stanowi proponowany przez Hawkinga i Hartle’a Wszechświat bez brzegów. W tym Wszechświecie „nie ma żadnych osobliwości, w których załamują się prawa nauki”⁴¹⁷. Hawking w pracy *Teoria wszystkiego* przedstawia takie oto wyjaśnienie zagadnienia. Porównuje czasoprzestrzeń bez brzegów z czasem urojonym (nieróżniącym się od przestrzeni) do czerowymiarowej kuli ziemskiej. Bieguny tej kuli są punktami, w których zaczyna się i kończy historia Wszechświata (realizującego zamknięty model Friedmanna). Jeśli Wszechświat znajduje się w stanie kwantowym, to nie ma mowy o istnieniu osobliwości. Natomiast w czasie rzeczywistym historia Wszechświata wciąż wygląda „po staremu”: „W chwili początkowej Wszechświat miałby minimalny promień, równy maksymalnemu promieniowi przestrzeni w historii oglądanej w czasie urojonym. Następnie Wszechświat rozszerzałby się w czasie rzeczywistym podobnie jak w modelach inflacyjnych. [...] Rozszerzyłby się do bardzo dużych rozmiarów, a następnie skurczył ponownie do czegoś, co wygląda jak osobliwość w czasie rzeczywistym”⁴¹⁸. Można to zobrazować jako swoiste połączenie dwóch diagramów czasoprzestrzennych⁴¹⁹. Należy „połączyć dolną połowę czerowymiarowej sfery Euklidesowej z górną połową Lorentzowskiej hiperboloidy”⁴²⁰. W hipotezie „Wszechświata bez brzegów” jest on w początkowej fazie na tyle gładki i uporządkowany, na ile

415 Zob. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 128–130.

416 Zob. M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 74–75.

417 S. W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 2003, s. 87.

418 Tamże, s. 89.

419 W identyczny sposób Hawking postępuje przy opisie zjawisk kwantowych zachodzących w czarnych dziurach, jak i przy opisie kreacji par cząstek wirtualnych; zob. S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 62–69.

420 Tamże, s. 93; zob. też: J. Hartle, S. W. Hawking, dz. cyt., s. 2965.

pozwała zasada nieoznaczoności Heisenberga. Wynika z tego, że są możliwe – a nawet konieczne – pewne nieregularności. Jak podkreśla Simon Singh, zaburzenia te „z biegiem czasu narastały i ostatecznie przeobraziły się w obserwowane dziś galaktyki”⁴²¹. Z hipotezy braku brzegów wynika też obserwowana ekspansja Wszechświata w prawie krytycznym tempie⁴²². Obrazowo jest to przedstawione w pracy *Wszechświat w skorupce orzecha*: „Gdyby historia Wszechświata w czasie urojonym była idealną sferą, wtedy w czasie rzeczywistym Wszechświat rozszerzałby się wiecznie w sposób inflacyjny”⁴²³. Poza tym oznaczałoby to idealną gładkość Wszechświata, a to jest niezgodne z zasadą nieoznaczoności Heisenberga. Dlatego znacznie ciekawsze są historie w czasie urojonym, które są nieco spłaszczone w okolicach swych biegunów, w których dodatkowo występują też niewielkie zaburzenia. Historia Wszechświata w czasie urojonym – mówiąc obrazowo – wygląda właśnie jak tytułowa skorupka orzecha⁴²⁴.

W ramach standardowego modelu kosmologicznego stożek świetlny ma wierzchołek w punkcie $t = 0$. W modelu Wszechświata bez brzegów czas nie różni się od pozostałych trzech wymiarów przestrzennych. Jeśli naniesie się tę zmianę na stożek świetlny, powoduje to jego „wygładzenie”. Nie ma już wierzchołka stożka świetlnego. Czy oznacza to, że nie ma już początku Wszechświata? Hawking tak pisze: „Wszechświat ma początek i koniec. Czas rzeczywisty rozpoczyna się od osobliwości, jaką był Wielki Wybuch, natomiast czas urojony zaczyna się w punkcie regularnym”⁴²⁵. W modelu Wszechświata bez brzegów początek ma inny charakter niż w standardowym modelu kosmologicznym. Tutaj nie ma chwili $t = 0$, gdyż zanim dojdziemy do tego hipotetycznego momentu, czas przestaje się różnić od przestrzeni. Wszechświat wyłonił się jako bezczasowy twór. Taki początek zdaje się leżeć poza zwykłymi intuicjami i wyobrażeniami. Kategoria początku wydaje się nieodłącznie związana z wymiarem czasowym. W opinii Hellera zaś, w przypadku modelu Wszechświata bez brzegów: „początek świata jest bezczasowy, ale czas ma swoją historię”⁴²⁶. Wyłania się jako złamanie symetrii

⁴²¹ S. Singh, *Wielki Wybuch. Narodziny Wszechświata*, tłum. J. Koźlaczek, Warszawa: Albatros, 2007, s. 410.

⁴²² Zob. S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 98.

⁴²³ S. W. Hawking, *Wszechświat w skorupce orzecha*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 2002, s. 91.

⁴²⁴ Zob. tamże, s. 92–99.

⁴²⁵ S. W. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, dz. cyt., s. 80.

⁴²⁶ M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 75.

między czterema wymiarami rozmaitości Euklidesowej ze zwartą metryką. Dopóki symetria trwa, czas (jako urojony) jest nieodróżnialny od przestrzeni. Barrow w następujących słowach komentuje podejście autorów modelu Wszechświata bez brzegów do czasu poniżej progu Plancka: „Radykalny charakter kwantowego podejścia do czasu polega na tym, że traktuje [się] czas naprawdę jak przestrzeń, w ostatecznym, kwantowo-grawitacyjnym fenomenie Wielkiego Wybuchu. [...] Kiedy przesuwamy się w czasie w stronę początku, wyróżniony charakter czasu rozmywa się i czas staje się nieodróżnialny od przestrzeni”⁴²⁷. W koncepcji Wszechświata bez brzegów czas nabiera znanego nam charakteru w pierwszych chwilach po erze Plancka.

Może wydawać się, że zastosowanie transformacji Wicka jest tylko trikiem matematycznym, ułatwiającym obliczenia. Hawking przypisuje jej jednak głębszy sens fizyczny: „Niewykluczone, że podstawowym pojęciem jest czasoprzestrzeń Euklidesowa [czyli czterowymiarowa rozmaitość Euklidesowa ze zwartą metryką], a rzeczywista czasoprzestrzeń jest tylko produktem naszej wyobraźni”⁴²⁸. Wynikałoby z tego, że czas urojony jest bardziej rzeczywisty niż czas dobrze nam znany, „a to, co dziś uważamy za czas rzeczywisty, stanowi jedynie wytwór naszej wyobraźni”⁴²⁹. Wobec powyższego należy z uwagą potraktować właściwości czasu urojonego.

Na zakończenie należy zwrócić uwagę na jeden ważny moment w koncepcji Hawkinga–Hartle’a. Pomimo wszystkich wymienionych powyżej deklaracji o prymacie czasu urojonego, czyli w pewien sposób rozumianej aczasowości modelu Wszechświata bez brzegów, można prześledzić to, w jaki sposób czas – w jego klasycznym rozumieniu – wyłania się z początkowej czterowymiarowej Euklidesowej rozmaitości. Zagadnienie to zostanie rozwinięte w rozdziale czwartym. Następnym modelem, który starając się odtworzyć początkowe etapy ewolucji Wszechświata, odsłania aczasowość najbardziej fundamentalnego jego poziomu, jest model „Wszechświata nieprzemiennego”.

⁴²⁷ J. D. Barrow, *Początek Wszechświata*, tłum. S. Bajtlik, Warszawa: CIS, 1995, s. 135.

⁴²⁸ S. W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, dz. cyt., s. 85.

⁴²⁹ S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 133; zob. też: S. W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, dz. cyt., s. 89–90.

3.2 WSZECHŚWIAT NIEPRZEMIENNY HELLERA–SASINA

Model autorstwa Michała Hellera oraz Wiesława Sasina, podobnie zresztą jak model Hawkinga–Hartle’a, swoje początki zawdzięcza próbom pokonania trudności wywołanych przez osobliwości czasoprzestrzenne, pojawiające się w standardowym modelu kosmologicznym. Zanim jednak przejdę do omówienia samego modelu Wszechświata nieprzemiennego, przedstawię sposób rozumienia przez Michała Hellera pewnych zagadnień o charakterze metodologiczno-epistemologicznym, które będą pomocne w zrozumieniu zaprezentowanego modelu.

Heller w swoim podejściu do zagadnień kosmologicznych wyraźnie stoi na stanowisku, że do opisu Wszechświata, w tym jego struktury, najważniejszych własności oraz ewolucji, stosuje się metodę analizowania struktur matematycznych, będących tworzywem danego modelu kosmologicznego. Wszystkie te struktury matematyczne oraz ich właściwości mają odwzorowywać w danym modelu kosmologicznym zachowanie Wszechświata oraz konkretne jego fizyczne właściwości⁴³⁰. W przypadku zagadnienia czasu, Heller wskazuje na pewne struktury matematyczne, które mają być odpowiedzialne za to, że mamy – na poziomie makroskopowym – taki, a nie inny

430 „Matematyczne modele pewnych fragmentów (lub aspektów) rzeczywistości te fragmenty (lub aspekty) opisują, ale modele matematyczne również podobnie (im lepszy model, tym podobniej) działają jak to, co modelują. Co przez to rozumiem? Model jest pewną matematyczną strukturą i wewnątrz tej struktury można wykonywać różne działania: znajdować rozwiązania równań, badać zachowania krzywych, wyprowadzać wnioski z udowodnionych własności modelu... Jeżeli model jest trafny, to wiele z tych działań pozostaje w ścisłym związku z działaniami przyrody: rozwiązując pewne równania, możemy przewidywać przyszłe stany badanego układu; analizując elementy krzywej w pewnej przestrzeni, możemy wiele powiedzieć o ruchu jakiegoś ciała itp. Można oczywiście zbudować fałszywy model badanego zjawiska (historia nauki obfituje w takie przypadki) – model, który zachowuje się zupełnie niepodobnie do tego, co ma modelować. Model taki swoją fałszywość okazuje właśnie w działaniu, na przykład przewidując zjawiska, których nie ma w przyrodzie”, M. Heller, *Czy świat jest racjonalny?*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 43. Heller w przypisie do tego fragmentu wspomina również o tzw. „niefizycznych rozwiązaniach” danego modelu. Istnienie takich rozwiązań, oczywiście pod warunkiem, że występują one obok poprawnych fizycznych rozwiązań, może stanowić, swego rodzaju, „wartość dodaną” takiego modelu. W historii nauki pojawiały się takie rozwiązania równań tworzących dany model, które początkowo były uznawane za niefizyczne, zaś później okazywało się, że modelują one nieodkryte jeszcze zjawiska lub właściwości nieodkrytych jeszcze części. Jako przykład podaje Heller równanie Diraca, którego rozwiązanie uważane początkowo za niefizyczne okazało się opisem odkrytych później antycząstek; zob. tamże.

jego obraz. Interpretując w odpowiedni sposób te struktury, odtwarza się (modeluje) pewne własności czasu, które mają być zgodne zarówno z naszym potocznym doświadczeniem, jak i z opartym na tym doświadczeniu, a wytworzonym za pomocą racjonalnej refleksji, pojęciem czasu. Taki zaś obraz czasu jest zbieżny również z tym, co o czasie „mówi nam” fizyka klasyczna (Newtonowska).

Obecnie większość fizyków stoi na stanowisku, że praw fizyki klasycznej nie można uznawać za prawa fundamentalne. Bardziej podstawowymi prawami opisującymi zachowanie Wszechświata mają być prawa teorii względności (szczególnej i ogólnej) oraz prawa mechaniki kwantowej. Prawa fizyki klasycznej są zaś powszechnie traktowane jako przypadek graniczny wymienionych wyżej bardziej fundamentalnych praw⁴³¹. W przypadku pojęcia czasu chodzi dokładnie o to, żeby, na gruncie tych bardziej fundamentalnych teorii, odtworzyć pewne klasyczne jego własności (czyli znane z fizyki klasycznej oraz z naszego potocznego doświadczenia). Tymi własnościami są przede wszystkim: 1) istnienie jednego globalnego czasu, zwanego również czasem kosmicznym, pozwalającego na odtworzenie historii Wszechświata, w tym jego ewolucji, a także na poziomie makroskopowym – historii poszczególnych obserwatorów; te historie będą częścią jednej „wielkiej historii świata”; 2) istnienie przestrzeni równego czasu, czyli swego rodzaju migawkowego zdjęcia całego Wszechświata w danej chwili, pozwalającego na określenie deterministycznej struktury znanej z mechaniki Newtonowskiej; 3) istnienie takiego czasu, który umożliwia wykonywanie pomiarów znanych z fizyki makroskopowej (chodzi tu o pomiary prędkości, przyspieszenia, pędu itd.). W tej ostatniej własności ujawnia się również cecha czasu, stanowiąca fundament jego ludzkiego doświadczenia. Chodzi oczywiście o doświadczenie przemijania czasu. Mówi się często, że czasowość jest związana – a nawet wręcz czasami utożsamiana – z przemijaniem. Inaczej mówiąc, w trzeciej własności czasu zawarte jest również przekonanie, że czas jest czymś dynamicznym, zmiennym, czymś, co upływa (tę własność czasu określa się po prostu jako „upływ czasu”). Istnienie wyżej wymienionych własności czasu będzie zapewnione w czasoprzestrzeni ogólnej teorii względności głównie dzięki geometrycznym własnościom metryki Lorentza, czyli struktury matematycznej, która tworzy tensor metryczny dla czasoprzestrzeni ogólnej teorii względności. Jeżeli doda się do tego warunek stabilności tej czasoprzestrzeni ze względu na niewielkie zaburzenia metryki Lorentza, co skutkuje stabilnością struktury przyczynowej

431 Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 39.

w tej czasoprzestrzeni, jak również stabilnością struktury chronologicznej czasoprzestrzeni, to zapewnia się tym samym istnienie w takiej czasoprzestrzeni funkcji globalnego czasu. To zaś przekłada się na istnienie jednego czasu dla całego Wszechświata – czasu kosmicznego⁴³². Potwierdzeniem tej zależności są udowodnione przez Hawkinga twierdzenia, mówiące o tym, że jeżeli czasoprzestrzeń jest stabilnie przyczynowa, to równocześnie zawiera ona (zawsze) także funkcję globalnego czasu. Za stabilnością przyczynową Wszechświata przemawiają, według Hellera, sukcesy nauk fizycznych, między innymi kosmologii relatywistycznej, w odtwarzaniu historii ewolucji naszego Wszechświata. Nie jest to dowód w pełnym tego słowa znaczeniu, lecz jedynie wskazówka, która musi zostać potwierdzona bardziej empirycznymi danymi. Determinizm Wszechświata jest zapewniony przez własność globalnej hiperboliczności czasoprzestrzeni. Podsumowując, aby odtworzyć „dobrze nam znany” czas we Wszechświecie, ale również czas opisywany w ramach kosmologii relatywistycznej, konieczne jest, aby czasoprzestrzeń zawierała w sobie następujące struktury: 1) stabilną strukturę przyczynową i chronologiczną (obydwie struktury oraz ich stabilność wynikać mają z własności tensora metrycznego Lorentza), 2) strukturę deterministyczną (globalna powierzchnia Cauchy’ego)⁴³³. Do obrazu czasu powinno się włączyć również pewne nowe własności czasu, jakie wynikają z teorii względności, a także z mechaniki kwantowej. Chodzi oczywiście o te własności, które znalazły wiarygodne potwierdzenie empiryczne.

Kolejnym wysuwany przez Hellera postulatem, mającym umożliwiać badanie własności Wszechświata za pomocą struktur matematycznych, tworzących pewne teorie oraz modele, jest zalecenie, aby na wszystkie teorie i modele mające za zadanie opisać Wszechświat i jego własności (w tym m.in. własności czasu wynikające z takich teorii i budowanych w ich ramach modeli oraz struktury matematyczne należące lub wynikające z tych teorii i budowanych w ich ramach modeli kosmologicznych) spojrzeć od strony czystej matematyki. Jest to, po części, zgodne z dyrektywami metodologicznymi stosowanymi we współczesnej fizyce teoretycznej⁴³⁴. Wyraźnie rozwija tu Heller myśl przedstawioną w artykule pt. *Czy świat jest racjonalny?*, a mianowicie, że poszukiwanie nowych, często nawet „nie-fizycznych” rozwiązań w ramach jakiegoś modelu, może skutkować nowymi

432 Por. T. Pabjan, *Spór o przyczynową strukturę czasu*, dz. cyt., s. 199, 203–206.

433 Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 42–52.

434 „Dla fizyki teoretycznej nie ma jednak innej drogi jak tylko królewska droga matematyki”, tamże, s. 52.

odkryciami⁴³⁵. Przy czym nie można jednak zapominać, że w standardowej fizyce integralną częścią metody jej uprawiania jest empiryczne potwierdzanie teoretycznych wyników osiąganych w ramach modeli matematycznych, mających za zadanie modelować dane zjawiska i procesy⁴³⁶. W stosunku do modelu zaproponowanego przez Hellera i Sasina konfirmacja empiryczna teoretycznych wyników, czyli weryfikacja przewidywań wynikających z modelu Wszechświata nieprzemiennego, na razie nie jest możliwa. Choć sami autorzy modelu wierzą, że kiedyś to nastąpi. Co więcej, starają się wskazać na pewne dane doświadczalne (czyli na pewne potwierdzone doświadczalnie zjawiska), które mogą stanowić, choćby częściowe, potwierdzenie własności Wszechświata, jakie postulowane są przez zaproponowany przez nich model Wszechświata nieprzemiennego⁴³⁷.

Różnica w „standardach metodologicznych” kosmologii w stosunku do innych działów fizyki wynika nie tylko z braku możliwości empirycznego potwierdzenia pewnych własności Wszechświata na najbardziej fundamentalnym poziomie⁴³⁸. Równie ważne w tej kwestii jest to, że przedmiot badań w tej dziedzinie nie jest dostępny w ten sam sposób, jak to się dzieje w fizyce makroskopowej. W kosmologii naukowcy (przyrodnicy) mają w swych badaniach do czynienia ze strukturą całego Wszechświata (w kosmologii relatywistycznej idealizacją tej struktury będzie struktura czasoprzestrzeni ogólnej teorii względności), który jest im dany w jednym egzemplarzu. Ponadto, jako obserwatorzy Wszechświata i badacze jego struktury, mogą badać Wszechświat wyłącznie z jego wnętrza, gdyż tylko w ten sposób

435 Zob. M. Heller, *Czy świat jest racjonalny?*, dz. cyt., s. 43.

436 „W badaniu świata przyrody szczególnie skuteczna okazała się metoda matematycznego modelowania połączona z eksperymentowaniem [...]. Postęp uzyskany w fizyce, od kiedy zaczęła ona na szeroką skalę stosować właśnie tę metodę, jest tak wielki, że trudno go porównać z postępem w jakiegokolwiek innej dziedzinie”, M. Heller, *Czy świat jest matematyczny?*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 48.

437 Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 130–134.

438 W szczególności brak „dostępu doświadczalnego” do poziomu Plancka, wynikający z ograniczeń teoretycznych, stanowi problem. Bez teorii, pozwalającej na zaprojektowanie odpowiednich doświadczeń, nie bardzo wiadomo, czego należy empirycznie poszukiwać, aby potwierdzić lub zaprzeczyć istnieniu postulowanych własności Wszechświata na poziomie Plancka. Podważa to całkowicie sens badania tego poziomu struktury Wszechświata. Dlatego też pierwszym krokiem, według badaczy zajmujących się tym zagadnieniem – w tym autorów omawianego modelu Wszechświata nieprzemiennego oraz autorów innych modeli mających za zadanie połączenie ze sobą formalizmów ogólnej teorii względności oraz mechaniki kwantowej – powinno być zaproponowanie teorii opisującej ten właśnie poziom struktury Wszechświata.

(czyli wewnątrz Wszechświata) – jako istoty ludzkie – mogą go poznawać. Klasycznymi narzędziami badawczymi fizycy nie są w stanie wyjść poza poziom makroskopowy. Zaś do badania zagadnień związanych z powstaniem i ewolucją Wszechświata potrzebna jest perspektywa wykraczająca daleko poza ten makroskopowy horyzont. Dodatkowo, owa perspektywa powinna łączyć „punkt widzenia” ogólnej teorii względności z „horyzontem poznawczym” charakterystycznym dla mechaniki kwantowej. Używając sformułowania zaczerpniętego od Thomasa Nagela, można wysunąć przypuszczenie, że dla zagadnień kosmologicznych, zwłaszcza tych związanych z początkiem Wszechświata i najwcześniejszymi etapami jego ewolucji, właściwą perspektywą badawczą, swoistym „widokiem znikąd”⁴³⁹, może stać się właśnie perspektywa związana z badaniem struktur matematycznych narzędziami będącymi częścią „czystej matematyki”. Tylko dzięki temu, być może, będzie możliwe opisanie, czy też – może lepiej powiedzieć – odkrywanie własności Wszechświata na poziomie Plancka. A to wszystko zaś dzięki analizie własności pewnych wybranych struktur matematycznych.

Taką drogą właśnie zdają się podążać autorzy modelu Wszechświata nieprzemiennego. Starają się podchodzić do zagadnień kosmologicznych z punktu widzenia czystej matematyki. To dzięki badaniu pewnych struktur matematycznych oraz wykorzystywaniu odpowiednich narzędzi matematycznych Heller i Sasin próbują odtworzyć architekturę Wszechświata na poziomie uznawanym za najbardziej fundamentalny. Budowa modelu Wszechświata nieprzemiennego była poprzedzona próbami poradzenia sobie z problemem osobliwości początkowej w kosmologii relatywistycznej. W osobliwościach zaś – o czym była już wcześniej mowa – załamuje się nie tylko sposób opisu zdarzeń w czasoprzestrzeni, lecz również sam opis czasoprzestrzeni jako takiej następcza dużych problemów⁴⁴⁰. Staje się ona

⁴³⁹ „Zwiększanie stopnia obiektywności zaczyna się abstrahowaniem od specyficznej przestrzennej, czasowej i osobowej pozycji jednostki w świecie, a następnie od cech wyróżniających daną jednostkę spośród innych istot ludzkich. Kolejny stopień obiektywności uzyskany może być poprzez oderwanie się od ludzkich form postrzegania, działania i innych kategorii antropomorficznych. Hipotetycznym, idealnym kresem takiej obiektywizacji, a zarazem biegunem przeciwnym do subiektywnego punktu wyjścia, byłby ogląd zewnętrzny wobec świata (*sub specie aeternitatis*)”. Zwieńczeniem tego typu perspektywy, gdzie przewycięża się subiektywność na rzecz obiektywności „wszechświata bez własności” są osiągnięcia najnowszej fizyki; A. Kubiś, *Granice poznania w metafizyce Thomasa Nagela*, „Idea – Studia nad Strukturą i Rozwojem Pojęć Filozoficznych” 22(2010), s. 129–130.

⁴⁴⁰ Wynika to oczywiście ze statusu czasoprzestrzeni w ogólnej teorii względności. Czasoprzestrzeń nie jest w niej, jak było to z czasem i przestrzenią w fizyce klasycznej,

geodezyjnie niezupełna, co stanowić może jednocześnie kryterium istnienia osobliwości w danej czasoprzestrzeni. Tę niezupełność można określić, posługując się własnościami geodetyk przyczynowych w czasoprzestrzeni, a geodetykami przyczynowymi są geodetyki czasopodobne oraz zerowe. Geodetyki czasopodobne są to krzywe w czasoprzestrzeni, będące historiami cząstek o niezerowej masie spoczynkowej, swobodnie spadającymi w polu grawitacyjnym, zaś geodetyki zerowe to historie fotonów, czyli cząstek o masie spoczynkowej równej zero. Jeżeli w danej czasoprzestrzeni istnieje geodetyka przyczynowa, dla której parametr afiniczny wyznaczony wzdłuż niej⁴⁴¹ nie może przyjmować dowolnie dużych wartości, to takiej geodetyki nie można w tej czasoprzestrzeni przedłużać⁴⁴². Oznacza to, że istnieje w danej czasoprzestrzeni taka geodetyka, która się w niej urywa, co wskazuje na to właśnie, że dana czasoprzestrzeń jest geodezyjnie niezupełna.

Badacze zajmujący się zagadnieniami związanymi z osobliwościami ustalili, że sama niezupełność geodezyjna nie jest wystarczającym kryterium istnienia osobliwości. Aby móc zdefiniować, czym zatem jest osobliwość, należy wziąć pod uwagę tylko owe punkty czasoprzestrzeni, w których urywają się przyczynowe geodetyki. Te punkty tworzą swoisty brzeg czasoprzestrzeni i tym samym mogą wyznaczyć osobliwość dla danej czasoprzestrzeni (oczywiście jeżeli dana czasoprzestrzeń jest osobliwa), gdyż, jak to już było zaznaczone przy omawianiu koncepcji Wszechświata bez brzegów autorstwa Hawkinga i Hartle’a, brzeg czasoprzestrzeni można potraktować, nie jako część danej czasoprzestrzeni, lecz właśnie jako jej brzeg. I tylko ten brzeg traktować jako osobliwość⁴⁴³. Jednocześnie wszystkich informacji o osobli-

tylko sceną, na której odbywają się zdarzenia i procesy we Wszechświecie, lecz sama czasoprzestrzeń jest częścią procesów fizycznych Wszechświata, np. tych związanych z działaniem pól grawitacyjnych. Nie można więc uznać, że osobliwość jest umiejscowiona gdzieś w czasoprzestrzeni. To raczej osobliwość działa destrukcyjnie na czasoprzestrzeń jako taką; zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 56.

441 „Numerujemy punkty danej geodetyki (poczynając od dowolnie wybranego jej punktu) za pomocą rosnącego ciągu liczb rzeczywistych – liczby te nazywamy parametrem afinicznym”, tamże, s. 57.

442 „[Powiadamy], że geodetykę da się dowolnie przedłużać, jeżeli parametr afiniczny wzdłuż niej może przybierać dowolnie duże wartości”, tamże.

443 Formalną definicję brzegu czasoprzestrzeni jako końca urwanych geodetyk zaproponowali S. W. Hawking i R. P. Geroch. Uporządkowali geodetyki przyczynowe w pewne klasy, przy czym każda taka klasa geodetyk miała definiować jeden punkt brzegu czasoprzestrzeni. Ów brzeg czasoprzestrzeni określili oni jako „g-brzeg czasoprzestrzeni” (*g-boundary*). Co więcej, g-brzeg czasoprzestrzeni ma być właśnie definicją osobliwości. Według Gerocha zaś, lokalne własności tak zdefiniowanej osobliwości można próbować

wości przy tym podejściu – czyli z wnętrza czasoprzestrzeni – należy szukać w „zachowaniu się” owych przyczynowych geodetyk w czasoprzestrzeni. Do samego zaś brzegu czasoprzestrzeni (czyli tym samym do samej osobliwości) nie ma bezpośredniego dostępu za pomocą dotychczas wykorzystywanych metod⁴⁴⁴. Na poszukiwaniach innych narzędzi matematycznych, które by pozwoliły na opisanie osobliwości czasoprzestrzennych „samych w sobie”, byli skupieni późniejsi autorzy modelu Wszechświata nieprzemiennego.

Pierwszym krokiem, mającym na celu rozszerzenie kryterium orzekania o tym, co należy uznać za osobliwość, było włączenie do rozważań o zupełności (niezupełności) czasoprzestrzeni krzywych ograniczonego przyspieszenia. Udało się to zrobić Bernardowi Schmidtowi⁴⁴⁵. Tak zwana „konstrukcja Schmidta” pojawiła się jako nowa próba zdefiniowania brzegu czasoprzestrzeni. W porównaniu z dotychczas stosowanymi metodami, w konstrukcji Schmidta definiuje się brzeg czasoprzestrzeni nie za pomocą geodetyk (czyli historii swobodnie spadających cząstek w polu grawitacyjnym), lecz tzw. krzywych ograniczonego przyspieszenia (czyli historii cząstek, które poruszają się ze skończonym przyspieszeniem; krzywe nieograniczonego przyspieszenia są nieciekawe z fizycznego punktu widzenia, gdyż we Wszechświecie nie obserwuje się takich obiektów). Tak określony brzeg czasoprzestrzeni jest pojęciem szerszym, odnoszącym się do większej grupy obiektów i tym samym bliższym naszemu Wszechświatowi niż konstrukcja g-brzegu.

Heller rozpoczyna omówienie konstrukcji Schmidta od tzw. uogólnionego parametru afinicznego, który był tak istotny dla określania zupełności (niezupełności) geodezyjnej badanej czasoprzestrzeni. „W dowolnym punkcie krzywej γ [krzywej czasopodobnej ograniczonego przyspieszenia]

wyprowadzić z właściwości geometrycznych g-brzegu. Chodzi np. o takie własności jak: wielowymiarowość osobliwości (czyli czy można mówić o tym, że osobliwość ma wymiar i jeżeli tak, to czy są to trzy wymiary, czy też jakaś inna ich liczba), jakie jest otoczenie punktu osobliwego, historia punktu osobliwego, struktura metryczna osobliwości oraz to, czy osobliwość ma charakter czasopodobny (*timelike*), czy też przestrzennopodobny (*spacelike*); zob. R. P. Geroch, *Local Characterization of Singularities in General Relativity*, „Journal of Mathematical Physics” 9(1968), z. 3, s. 450.

⁴⁴⁴ Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 59.

⁴⁴⁵ Swoją propozycję opisał Schmidt w pracy: B. G. Schmidt, *A New Definition of Singular Points in General Relativity*, „General Relativity and Gravitation” 1(1971), z. 3, 269–280. Owa publikacja ma charakter techniczny, zaś dla wyjaśnienia idei tzw. konstrukcji Schmidta wystarczy jej opis przedstawiony przez M. Hellera w pracy: *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 68–73. Z tego opisu będę korzystać w dalszej części rozważań.

skonstruujemy reper ortonormalny, czyli cztery prostopadłe do siebie wektory jednostkowe (reper nazywa się także bazą). Reper taki możemy traktować jako lokalny układ odniesienia. Przenieśmy ten reper wzdłuż całej krzywej γ . W efekcie, w każdym punkcie krzywej γ otrzymamy jeden reper. W takim przypadku mówi się o polu reperów wzdłuż krzywej γ . Wektor styczny w każdym punkcie krzywej γ można rozłożyć na składowe względem reperu (lokalnego układu odniesienia) zaczepionego właśnie w tym punkcie. Uogólnionym parametrem afinicznym nazywamy pewną wielkość zdefiniowaną za pomocą tak określonych składowych wektorów stycznych do krzywej γ ⁴⁴⁶.

Kolejnym krokiem będzie wykorzystanie tak zdefiniowanego parametru afinicznego do konstruowania brzegu czasoprzestrzeni. Jeżeli krzywa czasopodobna ma reprezentować historię pewnego obserwatora w czasoprzestrzeni, to każdy reper, który jest zaczepiony w każdym punkcie owej krzywej czasopodobnej, będzie reprezentacją dla lokalnych układów odniesienia obserwatora związanego z daną krzywą czasopodobną. Niemniej można spojrzeć na te wszystkie repery z szerszej perspektywy, kiedy wszystkie repery wzdłuż danej krzywej stają się wyróżnionym podzbiorem reperów z przestrzeni wszystkich możliwych reperów. Przestrzeń możliwych reperów stanowi konstrukcję zbudowaną niejako na czasoprzestrzeni, a w zasadzie nad rozmaiutością czasoprzestrzenną, dla której Heller używa oznaczenia rozmaiutość czasoprzestrzenna M . Przestrzeń reperów – według nomenklatury Hellera przestrzeń $F(M)$ – stanowi zbiór wszystkich możliwych reperów zaczepionych we wszystkich punktach owej rozmaiutości czasoprzestrzennej. Oczywiście każdy punkt przestrzeni $F(M)$ stanowi jeden reper. Jeżeli teraz weźmie się pod uwagę jeden punkt czasoprzestrzeni M – oznaczany jako x , to zbiór wszystkich możliwych do zaczepienia w tym punkcie x reperów, określa się mianem „włókna nad x ”.

Wszystkie repery należące do tego włókna nad x można zinterpretować jako jeden reper, który się obraca. Heller wyjaśnia, że: „Całą tę konstrukcję nazywa się wiązką włóknistą reperów nad czasoprzestrzenią. Przestrzeń reperów $F(M)$ często określa się mianem przestrzeni totalnej tej wiązki, a M – jej bazy [czyli czasoprzestrzeń jest przestrzenią bazy dla wiązki reperów]”⁴⁴⁷. Z kolei pojęcie „wiązki włóknistej” daje się wykorzystać w teorii względności. Dzieje się tak dlatego, że obrót w matematyce definiuje się przez strukturę matematyczną zwaną „grupą”. To właśnie grupa określa, za

446 Tamże, s. 68–69.

447 Tamże, s. 71.

pomocą tzw. reguły działania grupowego, w jaki sposób należy wykonywać obroty danego reperta w wiązce włóknistej. Taką grupę określa się mianem „grupa strukturalna wiązki”⁴⁴⁸. Ważną rzeczą jest, że grupą strukturalną wiązki może być tzw. grupa Lorentza, co sprawia, że obroty reperta w wiązce reperów mają przebiegać według transformacji Lorentza z jednego lokalnego układu odniesienia do drugiego. Jeżeli tak będzie, to wykonywanie transformacji Lorentza można zobrazować jako operacje na wiązce reperów z grupą Lorentza jako grupą strukturalną.

Aby wyznaczyć brzeg czasoprzestrzeni (b-brzeg lub brzeg w sensie Schmidta), należy skorzystać z wyżej wymienionych konstrukcji matematycznych. „Jeżeli w każdym punkcie na krzywej przestrzennopodobnej γ w czasoprzestrzeni M rozważamy reper lub – co oznacza to samo – jeden reper przesuwamy wzdłuż krzywej γ , to w przestrzeni reperów $F(M)$ wybieramy pewien ciąg. Jeżeli czasoprzestrzeń M jest niezupełna i krzywa γ gdzieś się urywa, to ciąg reperów w przestrzeni $F(M)$ także się gdzieś urywa”⁴⁴⁹. W przestrzeni $F(M)$ można zaś łatwo definiować granice takich ciągów i jeśli taki ciąg reperów przeniesionych wzdłuż krzywej czasopodobnej urywa się, oznacza to, że również owa krzywa się urywa, a granica ciągu rozważanego w przestrzeni $F(M)$ nie należy do tej przestrzeni. Sytuacja w przestrzeni reperów $F(M)$ staje się wtedy analogiczna do tego, co działo się w zwykłej czasoprzestrzeni (gdzie punkty, w których urywały się geodetyki, nie należały do danej czasoprzestrzeni).

Co zatem jest takiego w konstrukcji Schmidta, że jest ona dużo lepsza niż konstrukcja opisująca geodezyjną zupełność względnie niezupełność czasoprzestrzeni? Otóż w przestrzeni reperów $F(M)$ można wykonać pewne działania formalne, które umożliwiają odtworzenie brakujących granic ciągów w przestrzeni $F(M)$. Odtworzone w ten sposób granice ciągów tworzą tzw. brzeg Cauchy’ego dla opisywanej przestrzeni $F(M)$. Ta struktura pozwala na włączenie w obszar przestrzeni reperów $F(M)$ tak zdefiniowanego jej brzegu. A zatem staje się możliwe – przynajmniej w pewnym stopniu – opisanie w ramach tej konstrukcji nieopisywalnej dotąd osobliwości. Co więcej, „efekt ten” daje się przenieść na samą czasoprzestrzeń M . Za pomocą działania strukturalnego danej grupy strukturalnej, np. grupy Lorentza, można zrutować brzeg Cauchy’ego z przestrzeni $F(M)$ bezpośrednio na czasoprzestrzeń M . Tym samym tak zrutowany brzeg można dołączyć do czasoprzestrzeni M . „Każda niezupełna krzywa przyczynowa – niezależnie

⁴⁴⁸ Zob. tamże, s. 72.

⁴⁴⁹ Tamże.

od tego, czy jest to krzywa geodezyjna, czy ograniczonego przyspieszenia – definiuje pewien punkt b-brzegu”⁴⁵⁰.

Konstrukcja Schmidta daje szansę na to, by w sposób zadowalający opisać osobliwość. Niestety, dość szybko okazało się, że choć osobliwości, przynajmniej teoretycznie, dawały się ujmować za pomocą konstrukcji Schmidta, to jednak samo wyliczenie b-brzegu dla konkretnej czasoprzestrzeni było zadaniem niezmiernie trudnym. Dopiero po kilku latach udało się wyliczyć b-brzegi Schmidta w kilku modelach kosmologicznych, które były modelami poznawczo mało interesującymi – czyli modelami, posiadającymi własności bardzo odległe od własności naszego Wszechświata. Do istotnych modeli kosmologicznych, zalicza się zaś np. modele Friedmanna lub też model czasoprzestrzeni z metryką Schwarzschilda⁴⁵¹. Zastosowanie konstrukcji b-brzegu do jednego z modeli kosmologicznych Friedmanna (model zamkniętego wszechświata, w którym występują dwie osobliwości – początkowa i końcowa) oraz do tzw. modelu czasoprzestrzeni z metryką Schwarzschilda nie dało zadowalających efektów. Niestety, b-brzegi zbudowane dla tych modeli redukują się do punktu (czyli b-brzeg staje się punktem), który nie jest oddzielony od innych punktów badanej czasoprzestrzeni w sensie Hausdorffa⁴⁵². Tym samym oznacza to, że próby opisanie czasoprzestrzeni z osobliwościami redukują całą tę czasoprzestrzeń (nie tylko jej b-brzeg) do jednego punktu, co czyni opis takiej czasoprzestrzeni nieprzydatnym dla kosmologa⁴⁵³. Dzieje się tak między innymi dlatego, że punkty nie mają żadnej wewnętrznej struktury, a więc we Wszechświecie zredukowanym do punktu

450 Tamże, s. 73.

451 Rozwiązanie Schwarzschilda równań ogólnej teorii względności (OTW) opisuje pole grawitacyjne otaczające sferycznie symetryczną nierotującą masę. Było to pierwsze nietrywialnie rozwiązanie równań OTW. Pozwala ono również na dość dokładne opisanie pola grawitacyjnego związanego z takimi ciałami niebieskimi jak Ziemia czy Słońce; zob. R. Penrose, dz. cyt., s. 680.

452 Oznacza to, że otoczenia tych punktów nakładają się na siebie. Zaś klasyczna rozmiarowość, którą ma być czasoprzestrzeń ogólnej teorii względności, powinna być przestrzenią topologiczną, która będzie zarazem przestrzenią Hausdorffa. Za definicyjną własność przestrzeni Hausdorffa uważa się następującą własność: każde dwa różne punkty należące do tej przestrzeni mają otoczenia, które się na siebie nie nakładają. Inaczej mówiąc, dwa różne punkty przestrzeni Hausdorffa muszą należeć do dwóch różnych zbiorów otwartych, które nie mogą się ze sobą przecinać w tej przestrzeni; zob. tamże, s. 215–216.

453 Takie zachowanie się badanej przestrzeni określa się również mianem „ściągnięcia do punktu”.

nie można mówić o wewnętrznej jego strukturze⁴⁵⁴. Dlatego też, ostatecznie, konstrukcja Schmidta okazała się tylko pewnym etapem pośrednim na drodze postępu w badaniach osobliwości⁴⁵⁵.

Badacze poszukujący innego sposobu opisu osobliwości kosmologicznych, w tym również Heller i Sasin, w swoich badaniach skupiali się na zagadnieniu, czy udałoby się odtworzyć konstrukcję Schmidta w „takiej kategorii matematycznej, która by obejmowała czasoprzestrzenie z wszystkimi typami osobliwości”⁴⁵⁶. Początkowo próbowano zrezygnować z używania do opisu czasoprzestrzeni pojęcia gładkiej rozmaiłości⁴⁵⁷, gdyż to jej struktura załamywała się w osobliwościach. Co więcej, w konstrukcji Schmidta również operowano tym pojęciem. Zarówno czasoprzestrzeń M , jak i wiązka reperów nad czasoprzestrzenią, czyli włókno w przestrzeni $F(M)$, były gładkimi rozmaiłościami⁴⁵⁸. Dlatego też starano się zastąpić gładkie rozmaiłości bardziej ogólnym pojęciem, jakim jest przestrzeń różniczkowa⁴⁵⁹. Za pomocą tego pojęcia można zdefiniować czasoprzestrzeń (pojęcie czasoprzestrzeni zdefiniowane za pomocą pojęcia przestrzeni różniczkowej jest uogólnionym pojęciem czasoprzestrzeni w stosunku do pojęcia czasoprzestrzeni

454 Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 74–76.

455 Warto pamiętać, że to właśnie z owych badań nad zagadnieniem osobliwości kosmologicznych wyłonił się pomysł, który ostatecznie przyjął postać modelu Wszechświata nieprzemiennego.

456 M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 78.

457 Wyjaśnienie pojęcia gładkiej rozmaiłości można znaleźć np. w: R. Penrose, dz. cyt., s. 177–181.

458 Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 77–78.

459 Pojęcie przestrzeni różniczkowej zostało wprowadzone przez polskiego matematyka Romana Sikorskiego; zob. R. Sikorski, *Wstęp do geometrii różniczkowej*, Warszawa: PWN, 1972. Do zdefiniowania przestrzeni różniczkowej wykorzystał on opis gładkiej rozmaiłości za pomocą podzbioru gładkich funkcji rzeczywistych zdefiniowanych na tej rozmaiłości (tzw. rodzinę funkcji C). Jeżeli dana rodzina funkcji C spełnia trzy warunki: 1) warunek zamkniętości ze względu na lokalizację – co gwarantuje poprawne zachowanie się funkcji należących do badanej rodziny funkcji w małych otoczeniach; 2) warunek zamkniętości ze względu na złożenia z funkcjami Euklidesowymi – ustala się związek rodziny funkcji z gładkimi funkcjami w przestrzeni Euklidesowej; 3) warunek gwarantujący, że przestrzeń definiowana przez rodzinę funkcji ma lokalnie takie własności topologiczne i różniczkowe jak przestrzeń Euklidesowa, to przestrzeń określana przez taką rodzinę funkcji będzie gładką rozmaiłością. Pomysł Sikorskiego polegał na tym, aby odrzucić ów trzeci warunek, a zatrzymać dwa pierwsze. Tak zdefiniowany twór, określany przez Sikorskiego jako przestrzeń różniczkowa, jest uogólnieniem pojęcia gładkiej rozmaiłości.

zdefiniowanego za pomocą pojęcia gładkiej rozmaitości)⁴⁶⁰. Tak zdefiniowana czasoprzestrzeń daje się rozciągnąć również na osobliwości. Dzięki temu osobliwości stają się częścią tak uogólnionej czasoprzestrzeni. Co więcej, taką czasoprzestrzeń wraz z osobliwościami można badać za pomocą standardowych metod wypracowanych przez twórców teorii przestrzeni różniczkowych⁴⁶¹. Metody te pozwalały na nie-trywialny opis słabszych typów osobliwości, tzw. osobliwości regularnych. Wciąż jednak silne osobliwości powodowały „ściąganie do punktu” nawet w tak uogólnionej czasoprzestrzeni, jaką była przestrzeń różniczkowa.

Michał Heller wraz z Wiesławem Sasinem wnieśli duży wkład do badań nad tzw. przestrzeniami strukturalnymi, będącymi kolejnym uogólnieniem, tym razem uogólnieniem pojęcia „przestrzeni różniczkowej”⁴⁶². Pomimo

⁴⁶⁰ Przestrzenie różniczkowe różnią się od gładkich rozmaitości dwiema cechami. Po pierwsze, gładka rozmaitość ma stały wymiar (otoczenie każdego punktu rozmaitości ma stałą liczbę wymiarów, dla przestrzeni Euklidesowej będą to trzy wymiary), zaś w przestrzeni różniczkowej wymiar tej przestrzeni może się zmieniać od punktu do punktu (czyli w otoczeniu każdego punktu ilość wymiarów przestrzennych może być różna). Po drugie, warunki, jakie musi spełniać rodzina funkcji C , tworząca daną przestrzeń różniczkową, powodują, że dana rodzina funkcji C tworzy pewną algebrę, zwaną też algebrą funkcji C : „funkcje należące do tej rodziny można dodawać i mnożyć przez liczby (rzeczywiste lub zespolone), przy czym działania te mają analogiczne własności jak zwykle działania mnożenia i dodawania”, M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 81.

⁴⁶¹ Więcej na ten temat można znaleźć w podręczniku autorstwa Romana Sikorskiego, szczególnie w rozdziałach VI (s. 254–307) oraz VII (s. 308–355); zob. R. Sikorski, dz. cyt., s. 254–355.

⁴⁶² Uogólnienie przestrzeni różniczkowej na przestrzeń strukturalną polega na tym, że zamiast jednej algebry funkcji C określonej dla całej przestrzeni różniczkowej używa się oddzielnej algebry funkcji C dla każdego punktu i jego otoczenia w przestrzeni różniczkowej. Oczywiście każda z tych algebr musi spełniać wymogi stawiane przez przestrzenie różniczkowe. Jeżeli tak jest, to można mówić o snopie algebr funkcyjnych C w przestrzeni. Ów snop algebr funkcyjnych jest strukturą różniczkową owej badanej przestrzeni. Dzięki temu, że bierze się pod uwagę nie jedną algebrę funkcji C , lecz snop tych algebr, przestrzenie strukturalne są tworem jeszcze bardziej ogólnym niż przestrzenie różniczkowe, tzn. każda przestrzeń różniczkowa jest przestrzenią strukturalną, ale odwrotna zależność już nie zachodzi. Każdą czasoprzestrzeń z b -brzegiem można przedstawić bądź jako przestrzeń różniczkową, bądź jako przestrzeń strukturalną. Przy czym opis za pomocą przestrzeni strukturalnych, w przypadku czasoprzestrzeni z osobliwościami typu Wielki Wybuch lub też Wielki Kres (w przypadku zamkniętego wszechświata Friedmana), jest bardziej precyzyjny m.in. we wskazywaniu, dlaczego silne osobliwości nie chcą „poddawać się badaniu”; zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 82–83. Bardziej techniczny opis można znaleźć w: M. Heller, W. Sasin, *The Structure of the b -Completion of Space-Time*, „General Relativity and Gravitation” 26(1994), z. 8, s. 799–801.

wykorzystania tak bardzo uogólnionego pojęcia czasoprzestrzeni (czyli pojęcia czasoprzestrzeni ufundowanej na przestrzeniach strukturalnych) opis czasoprzestrzeni wraz z osobliwościami wciąż zawierał niewiele informacji w stosunku do opisu czasoprzestrzeni bez osobliwości⁴⁶³. W przypadku badania czasoprzestrzeni z silnymi osobliwościami, np. czasoprzestrzeni zamkniętego modelu Friedmanna, każda próba rozciągnięcia snopa algebr funkcyjnych, definiujących przestrzeń strukturalną, na osobliwość początkową i końcową ograniczała ów snop wyłącznie do funkcji stałych, co można uznać za efekt analogiczny w stosunku do „ściągnięcia do punktu” przy zastosowaniu konstrukcji b-brzegu Schmidta⁴⁶⁴. Jednocześnie ta sama metoda wykorzystująca przestrzenie strukturalne, zastosowana do czasoprzestrzeni modelu Friedmanna bez osobliwości, dawała bardzo bogaty snop algebr funkcji, tzn. ów snop zawierał oprócz funkcji stałych również inne funkcje⁴⁶⁵.

Choć badania Hellera i Sasina nad zastosowaniem przestrzeni strukturalnych w badaniach osobliwości nie przyniosły sukcesu w postaci „nie-trywialnego” opisu czasoprzestrzeni z osobliwościami, to ukazały, na czym polegał problem z osobliwościami w odniesieniu do snopa algebr funkcyjnych w przestrzeniach strukturalnych. To właśnie ze względu na pewne, określane przez Hellera jako „sztywne”, własności owego snopa algebr funkcyjnych tylko funkcje stałe dawały się rozciągnąć na osobliwości. Dlatego też droga do pokonania tych trudności leży w zastąpieniu funkcji tworzących ów snop bardziej „elastyczną”, czyli według metod stosowanych przez Hellera i Sasina – bardziej ogólną strukturą matematyczną, która kodowałaby z jednej strony możliwie dużo informacji o strukturze czasoprzestrzeni, a z drugiej pozwalałaby też na opisanie osobliwości w taki sposób, aby ten fragment czasoprzestrzeni, jakim ma być osobliwość⁴⁶⁶, nie był tak ubogi, jak to ma miejsce w przypadku opisu tego typu osobliwości przy użyciu metody wykorzystującej konstrukcję przestrzeni strukturalnych⁴⁶⁷. Dlatego też poszukiwano takiej

463 Zob. tamże, s. 807–809.

464 Zob. tamże, s. 809–810.

465 Zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 83–84.

466 Należy pamiętać, że w opisie czasoprzestrzeni wraz z osobliwościami za pomocą przestrzeni strukturalnych, osobliwość staje się częścią czasoprzestrzeni.

467 Nawet ten ubogi opis osobliwości jako przestrzeni funkcji stałych pozwala na pewną ciekawą interpretację filozoficzną dotyczącą całego Wszechświata. Na Wszechświat z osobliwościami, który jest opisywany w języku przestrzeni strukturalnych wyłącznie za pomocą funkcji stałych, można spojrzeć jak na Wszechświat oglądany z punktu widzenia Demiurga znajdującego się poza nim, czyli z punktu widzenia zewnętrznego obserwatora. Z tej perspektywy cała historia Wszechświata jest zawarta (dzieje się) w jednej chwili.

struktury matematycznej, która byłaby w stanie opisać czasoprzestrzeń wraz z osobliwościami w taki sposób, by snop algebr funkcyjnych, rozciągnięty na silną osobliwość typu osobliwość początkowa lub końcowa, nie redukowal owego snopa wyłącznie do funkcji stałych. Heller i Sasin w swoich badaniach wysunęli przypuszczenie, że być może taką strukturę da się odnaleźć w ramach geometrii nieprzemiennej, w której do konstruowania i badania przestrzeni wykorzystuje się nieprzemienne algebry, zastępujące klasyczne (przemienne) algebry funkcji.

W innych działach fizyki nieprzemienne algebry wykorzystywano już wcześniej. Można je znaleźć w mechanice kwantowej. Doniosłość tego faktu została zauważona i wykorzystana przez jednego z twórców geometrii nieprzemiennej, Alaina Connesa, któremu udało się wykorzystać operatory działające w przestrzeni Hilberta (tworzone przez obserwable mechaniki kwantowej) do zbudowania reprezentacji właściwej⁴⁶⁸ algebry nieprzemiennej, która posłużyła do zbudowania przestrzeni nieprzemiennej⁴⁶⁹. W mechanice kwantowej zaś relacja nieoznaczoności Heisenberga, która określa, że nie można równocześnie i z dowolną dokładnością wyznaczyć pewnych parametrów badanych cząstek elementarnych, np. położenia i pędu elektronu, jest przykładem nieprzemienności mnożenia obserwabli⁴⁷⁰. Zauważono

Zmiana perspektywy, czyli zmiana obserwatora na takiego, który znajduje się wewnątrz Wszechświata, pozwala obserwować to, co się dzieje we Wszechświecie w sposób bardziej szczegółowy, ale tylko w takich obszarach Wszechświata, które są oddalone od osobliwości, gdyż w pobliżu osobliwości opis z perspektywy wewnętrznego obserwatora staje się niemożliwy, tzn. opis Wszechświata zostaje ściągnięty do punktu; zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 85–86.

⁴⁶⁸ Connes znalazł taką reprezentację algebry nieprzemiennej w postaci operatorów w przestrzeni Hilberta, która oprócz własności algebraicznych przenosiła również własności różniczkowe i całkowe, co umożliwiało prowadzenie rachunków związanych z geometrią nieprzemienią w „dobrze znanych pod tym względem przestrzeniach Hilberta”; zob. tamże, s. 97.

⁴⁶⁹ Zob. A. Connes, *Noncommutative Geometry*, Nowy Jork–Londyn: Academic Press, 1984, s. 458–471, <http://www.alainconnes.org/docs/book94bigpdf.pdf> (dostęp: 16.12.2016).

⁴⁷⁰ W przypadku pomiarów położenia i pędu elektronu jest tak, że każdy z tych pomiarów na tyle mocno wchodzi w interakcję z samą cząstką badaną i na tyle mocno zaburza początkowy jej stan, że każdy kolejny pomiar nie jest już pomiarem danej własności cząstki badanej (w tym przypadku elektronu), lecz pomiarem zaburzenia wywołanego przez poprzedni akt pomiaru. Dlatego też, jeżeli najpierw następuje pomiar położenia elektronu, a potem pomiar jego pędu, to uzyskane wyniki będą różne w stosunku do wyników uzyskanych przy odwrotnej kolejności wykonanych pomiarów; zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 90–91.

tym samym, że obserwable mechaniki kwantowej tworzą algebrę nieprzemienią. To wszystko pozwoliło na wysunięcie przypuszczenia, że być może cała „dziwność” mechaniki kwantowej ma swoje źródło w owej nieprzemienności, a stała Plancka stanowi tylko miarę tej nieprzemienności⁴⁷¹. Być może również w owej nieprzemienności należy upatrywać różnic pomiędzy światem kwantów, a naszym makroskopowym światem fizyki klasycznej.

Czy zatem geometria nieprzemienią będzie w stanie dostarczyć takich struktur matematycznych, które staną się pomocne w badaniu struktury Wszechświata, której nie udało się dotąd adekwatnie opisać za pomocą dotychczas prezentowanych, nawet bardzo wyrafinowanych, metod? Oczywiście mam tu na myśli czasoprzestrzeń z silnymi osobliwościami. Heller wyraźnie podkreśla, że przestrzeń w sensie geometrycznym, oprócz własności algebraicznych, powinna mieć również własności różniczkowe: „musi się dać w niej uprawiać rachunek różniczkowy i całkowity; powinny też być na niej określone przynajmniej najważniejsze obiekty i operacje, z jakimi spotykamy się w zwykłej geometrii różniczkowej, a więc pola wektorowe, przeniesienia równoległe, krzywizna itp.”⁴⁷². Wszystko to daje się definiować za pomocą algebr funkcji na rozmaitościach. W geometrii nieprzemiennej zaś te same konstrukcje należy odtworzyć, przy czym należy zastąpić przemienne algebry funkcji bardziej ogólnymi algebrami nieprzemiennymi⁴⁷³. Ostatecznie, w ramach geometrii nieprzemiennej, wypracowano metody badań różnych przestrzeni o patologicznych własnościach, np. przestrzeni z foliacją, w których korzystano z geometrii nieprzemiennej⁴⁷⁴. Jednocześnie okazało się, że przestrzenie nieprzemienne posiadają pewne własności, które są wyraźnie inne niż własności przestrzeni, w których funkcje mnożą się po punktach (czyli w sposób przemienią). Sama przestrzeń nieprzemienią jest konstrukcją bardziej ogólną niż przestrzeń przemienią. Można powiedzieć, że skonstruowanie przestrzeni nieprzemienią jest kolejnym krokiem na drodze uogólniania pojęcia przestrzeni. Jedną z głównych własności przestrzeni nieprzemienią jest ich globalność. Nie można mówić o jakichkolwiek tradycyjnie rozumianych pojęciach lokalnych, mających zastosowanie w opisie przestrzeni nieprzemiennej. Nie można mówić o punktach i ich

⁴⁷¹ Zob. tamże, s. 91.

⁴⁷² Tamże, s. 92.

⁴⁷³ Zob. tamże.

⁴⁷⁴ Zob. A. Connes, *Noncommutative Geometry*, dz. cyt., s. 123–140, 179–182; M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 94–95.

otoczeniach w takiej przestrzeni⁴⁷⁵. Podobnie nie można mówić np. o wektorach w takiej przestrzeni⁴⁷⁶. Jednakże można mówić o pewnych globalnych odpowiednikach pojęć lokalnych, np. o stanach danej przestrzeni nieprzemiennej, co umożliwia badanie zachowania się takiej przestrzeni⁴⁷⁷. Można również skonstruować dla danej przestrzeni nieprzemiennej odpowiednik pola wektorowego, co również jest przydatne w badaniu przestrzeni nieprzemiennej metodami geometrycznymi (oczywiście chodzi o metody geometrii nieprzemiennej).

Heller i Sasin spróbowali te metody zastosować do badania czasoprzestrzeni z silnymi osobliwościami. Ostatecznie udało im się przekształcić czasoprzestrzeń z osobliwościami, należącymi do jej b-brzegu, na przestrzeń nieprzemiennej. Całą procedurę Heller określa jako procedurę desingularyzacji, czyli procedurę pozbywania się osobliwości⁴⁷⁸. W tym celu należy „zamienić algebrę funkcji na czasoprzestrzeni z jej b-brzegiem na odpowiednią algebrę nieprzemiennej”⁴⁷⁹. Niestety nie da się tego zrobić na zwykłej czasoprzestrzeni. Ale można to zrobić na grupoidzie⁴⁸⁰. Następnie Heller i Sasin zdefiniowali algebrę nieprzemiennej na grupoidzie⁴⁸¹, która jest algebrą funkcji zespolonych i w której definiuje się operację mnożenia

⁴⁷⁵ A przecież bardzo często definiuje się pojęcie przestrzeni jako zbiór punktów. W porównaniu z konstrukcją przestrzeni nieprzemiennej, gdzie nie ma żadnych punktów i ich otoczeń – a jeżeli nawet są, to mają paradoksalne własności, np. wewnętrzną strukturę – widać jak bardzo „dziwnym tworem” są te przestrzenie; zob. tamże, s. 102.

⁴⁷⁶ Wektor musi mieć określony chociażby punkt przestrzeni, w którym jest on zaczepiony, zaś w przestrzeni nieprzemiennej nie ma żadnych punktów.

⁴⁷⁷ „Another attractive thing, from our point of view, about noncommutative spaces is their »global character«. [...] In noncommutative algebras, in general, there are no maximal ideals, and the concept of point is replaced by that of pure state, which is also familiar from quantum mechanics”, M. Heller, W. Sasin, *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, „International Journal of Theoretical Physics” 38(1999), z. 6, s. 1620; zob. też: M. Heller, W. Sasin, *Noncommutative Structure of Singularities in General Relativity*, „Journal of Mathematical Physics” 37(1996), z. 11, s. 5670.

⁴⁷⁸ Zob. M. Heller, W. Sasin, *Origin of Classical Singularities*, „General Relativity and Gravitation” 31(1999), z. 4, s. 561–563.

⁴⁷⁹ M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 100.

⁴⁸⁰ Grupoid jest podobny do wiązki reperów nad czasoprzestrzenią: „wiązkę reperów nad czasoprzestrzenią dość łatwo przekształcić w grupoid nad czasoprzestrzenią z osobliwościami”, tamże. Formalną definicję grupoidu można znaleźć w: M. Heller, W. Sasin, *Differential Groupoids and Their Application to the Theory of Spacetime Singularities*, „International Journal of Theoretical Physics” 41(2002), z. 5, s. 924–926.

⁴⁸¹ Zob. tamże, s. 926–929.

tych funkcji za pomocą konwolucji funkcji, która jest działaniem nieprzemienne⁴⁸². Dzięki temu otrzymuje się regularną przestrzeń, na której można uprawiać geometrię. Geometria grupoidu „zapomina tylko część informacji o osobliwościach”⁴⁸³. Dzięki temu, z jednej strony, osobliwość – w pewnym sensie – przestaje być osobliwa, a z drugiej zaś – jednocześnie – można uprawiać na całym grupoidzie „nie-trywialną” geometrię. Co więcej, użycie geometrii nieprzemiennej w opisie czasoprzestrzeni z osobliwościami skutkuje swego rodzaju zrównaniem stanów osobliwych z nieosobliwymi stanami czasoprzestrzeni. Chodzi o to, że i jedne (osobliwe) i drugie (nieosobliwe) dobrze poddają się badaniu za pomocą metod geometrii nieprzemiennej⁴⁸⁴.

Sukcesy na polu badania osobliwości, jakie zostały osiągnięte przy użyciu geometrii nieprzemiennej, skłoniły Hellera i Sasina do zastosowania tych metod do skonstruowania modelu kosmologicznego, mającego opisać Wszechświat na poziomie Plancka. Tak powstała hipoteza reżimu nieprzemiennego. W modelu tym stwierdza się, że Wszechświat poniżej progu Plancka opisywany jest przez geometrię nieprzemienią. Jednocześnie należy zaznaczyć, że dotyczy to progu Plancka zarówno w okresie tuż po Wielkim Wybuchu, jak i obecnie, gdy mamy do czynienia z odległościami mniejszymi niż 10^{-33} cm i czasem nie przekraczającym 10^{-44} s. Reżim nieprzemieniny panuje na odpowiednio głębokim poziomie struktury Wszechświata. Badając jego strukturę na poziomie odległości rzędu 10^{-33} cm: „docieramy do obszaru, w którym gęstość wynosi 10^{93} g/cm³, czyli dochodzimy do progu Plancka. Podróżując dalej w głąb i przekraczając ten próg, wkraczamy w erę nieprzemienią. Nieprzemieniny początek znajduje się więc nie tylko u zarania dziejów naszego Wszechświata, lecz jest on zawsze w najgłębszej warstwie jego struktury”⁴⁸⁵. Wykorzystanie geometrii nieprzemiennej przy

⁴⁸² Używa się również określenia splot całkowity, mnożenie splotowe. Definicję formalną konwolucji można znaleźć w: M. Heller, W. Sasin, *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. 1624.

⁴⁸³ M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 101. „Since this algebra encodes information on the structure of space-time with singularities we could say that the space-time with singularities is a »point less« space: the information on individual points of space-time has been lost, but the information about the »structure of singularities« has been gained”, M. Heller, W. Sasin, *Origin of Classical Singularities*, dz. cyt., s. 564.

⁴⁸⁴ „We could say that both »singular« and »nonsingular« states (modelled by the states on the algebra A [noncommutative involutive algebra] in the mathematical sense) are on equal footing”, tamże; zob. też: M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 103.

⁴⁸⁵ Tamże, s. 135.

budowaniu modelu Wszechświata może stanowić ważny punkt na drodze ku teorii kwantowej grawitacji. Heller w swojej książce *Początek jest wszędzie* tak ocenia wspólne, poczynione wraz z Wiesławem Sasinem, dokonania na polu zbudowania opisu Wszechświata na poziomie Plancka: „Bardziej zasadne byłoby mówienie o unifikacji ogólnej teorii względności i mechaniki kwantowej niż o pełnej kwantowej teorii pola grawitacyjnego”⁴⁸⁶. A więc nie zbudowali oni jeszcze pełnej teorii kwantowej grawitacji, lecz jedynie jej część⁴⁸⁷.

Konstruując model Wszechświata za pomocą geometrii nieprzemiennej, Heller i Sasin wykorzystują do tego grupoid, który jest „ostatnim piętrem” pewnej teoretycznej konstrukcji. Najniższe piętro to „zwykła” czasoprzestrzeń znana z ogólnej teorii względności. W niej każdy punkt jest chwilą w czasie i miejscem w przestrzeni. Kolejnym piętrem modelu jest zbiór wszystkich zaczepionych w każdym punkcie czasoprzestrzeni możliwych lokalnych układów odniesienia. Chodzi o przestrzeń wiązki reperów, czy też o przestrzeń wiązki lokalnych układów odniesienia nad czasoprzestrzenią. Każdy punkt przestrzeni wiązki reperów jest lokalnym układem odniesienia⁴⁸⁸. Trzecim, najwyższym poziomem konstrukcji, wykorzystywanym do modelowania Wszechświata na poziomie Plancka, jest właśnie grupoid⁴⁸⁹. Heller wyjaśnia, że: „Tym różni się on od przestrzeni wiązki reperów, że jego punkty nie są lokalnymi układami odniesienia, lecz przejściami od jednego lokalnego układu odniesienia do innego”⁴⁹⁰. Te przejścia określa się mianem operacji symetrii. Sam grupoid jest więc czymś bardzo abstrakcyjnym

486 Tamże, s. 113.

487 W innym miejscu w *Początek jest wszędzie* znajduje się taka oto przestroga: „Pragnę przestrzec Czytelnika. Nie jest to gotowa teoria kwantowej grawitacji, lecz jedynie obraz powstały w wyniku potraktowania na serio metod geometrii nieprzemiennej. Wprawdzie z moim współpracownikiem Wiesławem Sasinem podjęliśmy próbę, by obraz ten zmienić w teorię fizyczną, ale jesteśmy dopiero u początku zapewne długiej drogi”, tamże, s. 108.

488 Zob. tamże, s. 111.

489 Wcześniejsze próby budowania nieprzemiennego odpowiednika czasoprzestrzeni nie dawały zadowalających rezultatów. Np. nie udało się znaleźć nieprzemiennego odpowiednika metryki Lorentza, która jest kluczowa, jeżeli dana teoria ma być „uogólnieniem” ogólnej teorii względności. Niestety dotąd nie udało się znaleźć takiego odpowiednika. Pomimo to fizycy teoretyczni zajmujący się zastosowaniami geometrii nieprzemiennej do zagadnień kosmologicznych próbują tworzyć modele teorii grawitacji z metryką Euklidesową, gdyż taką metrykę udało się wyprowadzić Alainowi Connesowi. Na grupoidzie natomiast nie ma większego problemu z odtworzeniem w języku nieprzemiennych algebr odpowiednika metryki Lorentza; zob. tamże, s. 110–111.

490 Tamże, s. 111.

w stosunku do bazowej czasoprzestrzeni. Niemniej to właśnie na nim, a nie na czasoprzestrzeni należy budować nieprzemienenny odpowiednik ogólnej teorii względności. Idąc dalej, kwantuje się ów grupoid, czyli kwantuje się przestrzeń owych podstawowych symetrii⁴⁹¹. W tym celu należy na grupoidzie wprowadzić odpowiednią algebrę funkcji gładkich z odpowiednio zdefiniowanym mnożeniem nieprzemiennym. Następnie Heller i Sasin, mając już zdefiniowaną odpowiednią algebrę nieprzemienną, z jej pomocą konstruuja nieprzemienne odpowiedniki wszystkich wielkości geometrycznych, które są niezbędne do skonstruowania nieprzemiennego odpowiednika równań pola ogólnej teorii względności⁴⁹². Ale to nie są wszystkie możliwości grupoidu. Można na nim również odtworzyć formalizm mechaniki kwantowej⁴⁹³. Mówiąc bardziej obrazowo, można na grupoidzie wyróżnić dwie jego części. Jedną z nich autorzy modelu oznaczają symbolem E , drugą zaś symbolem Γ . Heurystycznie, część E ma odpowiadać przestrzeni wiązki repórów, zaś część Γ ma być grupą strukturalną tej wiązki, np. grupą Lorentza⁴⁹⁴. Jednocześnie geometryczna struktura części E odpowiada za efekty grawitacyjne, zaś geometryczna struktura części Γ za efekty kwantowo-mechaniczne. Dlatego też z części E daje się odzyskać uogólnioną postać ogólnej

⁴⁹¹ Heller stwierdza wręcz: „A jednak grupoidowi można przypisać głęboki sens fizyczny. Nawet w podstawowym wykładzie teorii względności zasadniczą rolę odgrywają nie tyle same układy odniesienia, ile właśnie przejścia między nimi”, tamże.

⁴⁹² Uogólniona (nieprzemienna) postać równania pola Einsteina wygląda następująco: $R - \frac{1}{2\alpha} rI + \Lambda I = \kappa T$, gdzie κ i Λ są odpowiednikami stałej grawitacji oraz stałej kosmologicznej, R – odpowiada tensorowi krzywizny Ricciego, $\frac{1}{2\alpha} rI$ – skalarowi krzywizny Ricciego ($\alpha = trI$, $r = trR$), I – tensorowi metrycznemu, zaś T – tensorowi energii-pędu; zob. M. Heller, W. Sasin, *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. 1628–1629; M. Heller, W. Sasin, D. Lambert, *Groupoid Approach to Noncommutative Quantization of Gravity*, „Journal of Mathematical Physics” 38(1997), z. 11, s. 5845–5848; M. Heller, L. Pysiak, W. Sasin, *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, „Journal of Mathematical Physics” 46(2005), z. 12, s. 122501-10–122501-11.

⁴⁹³ Zob. M. Heller, W. Sasin, *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. 1629–1633; M. Heller, L. Pysiak, W. Sasin, dz. cyt., s. 122501-11–122501-14.

⁴⁹⁴ Grupoid jest obrazowany poprzez: $G = E \times \Gamma$. E można traktować również jako n -wymiarową gładką rozmaitość, zaś Γ ma być odpowiednią grupą symetrii dla E , przy czym Γ ma być grupą Liego. Γ określana jest również jako grupa fundamentalnych symetrii; zob. M. Heller, W. Sasin, *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, dz. cyt., s. 1623.

teorii względności, zaś z części Γ uogólnioną postać mechaniki kwantowej⁴⁹⁵. Oczywiście pełna transformacja modelu reżimu nieprzemiennej do każdej z tych dwóch teorii odbywa się w momencie, gdy Wszechświat w swojej ewolucji przekracza próg Plancka. Przy czym ostatnie stwierdzenie dotyczące „momentu przekraczania progu Plancka” wydaje się paradoksalne w kontekście jednej z najważniejszych własności Wszechświata opisywanego przez model oparty na geometrii nieprzemiennej.

Tą własnością Wszechświata, postulowaną w modelu reżimu nieprzemiennej, jest jego aczasowość. Na poziomie teoretycznym aczasowość wynika z własności nieprzemiennej algebry określonej na grupoidzie. W przestrzeni nieprzemiennej nie można mówić o punktach: „przestrzenie nieprzemienne na ogół nie składają się punktów”⁴⁹⁶. Generalnie można powiedzieć, że globalność jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech przestrzeni opisywanych przez geometrię nieprzemiennej⁴⁹⁷. W innym miejscu Heller przyznaje, że: „W przestrzeniach nieprzemiennej [...] na ogół daje się w nich zdefiniować tylko pewne odpowiedniki pojęć lokalnych”⁴⁹⁸. Na przykład nie można w nich zdefiniować pojęcia wektora, ale można zdefiniować pojęcie odpowiadające polu wektorowemu. Nie da się również mówić o punktach w przestrzeni nieprzemiennej, ale można sensownie używać nie-lokalnego odpowiednika tego pojęcia, czyli można mówić o stanie całej przestrzeni⁴⁹⁹. Jeżeli teraz własności przestrzeni nieprzemiennej potraktujemy jako własności naszego Wszechświata, to należy stwierdzić, że Wszechświat nie składa się z lokalnych punktów i chwil, lecz że cały Wszechświat jest w określonym stanie. „Przede wszystkim reżim kwantowo-grawitacyjny jest nielokalny, czyli możemy przyjąć, że nie istnieją w nim ani punkty, ani ich otoczenia [...], a co za tym idzie, nie ma w nim ani przestrzeni, ani czasu”⁵⁰⁰.

⁴⁹⁵ Zob. tamże, s. 1628–1631. Dodatkowo można w tym miejscu przytoczyć uogólnioną (nieprzemiennej) postać równania Schrödingera: $i\hbar\pi_q(v(a)) = [\pi_q(v), F]$. W odróżnieniu od zwykłego równania Schrödingera, w nieprzemiennej postaci tego równania nie występuje klasycznie rozumiany czas, zaś cała dynamika układu opisywanego przez to równanie jest wyrażona za pomocą pojęcia derywacji pewnych elementów algebry Einsteina (*Einstein C^* -algebra* oznaczana jako ξ).

⁴⁹⁶ M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 89.

⁴⁹⁷ Zob. tamże, s. 102.

⁴⁹⁸ Tamże.

⁴⁹⁹ Por. tamże, s. 95.

⁵⁰⁰ Tamże, s. 107. Przy czym należy podkreślić, że chodzi tu o czas i przestrzeń rozumiane odpowiednio jako zbiór chwil i jako zbiór punktów.

Koncepcja reżimu nieprzemiennego opisuje tzw. przedplanckowską erę rozwoju Wszechświata, kiedy to według standardowego modelu kosmologicznego Wszechświat znajdował się w stanie osobliwym. W modelu Hellera–Sasina w erze Plancka nie ma podziału na stany osobliwe i nieosobliwe⁵⁰¹. „Dopiero gdy Wszechświat przekracza próg Plancka, geometria nieprzemienna przechodzi w geometrię przemienną, wyłaniają się przestrzeń i czas, a wraz z nimi podział na regularne obszary czasoprzestrzeni i osobliwości”⁵⁰². Wszechświat poniżej progu Plancka jest aprzestrzenny i aczasowy. Dopiero gdy Wszechświat w swej ewolucji, to znaczy w ekspansji po Wielkim Wybuchu, rozmiarami przekracza próg Plancka, pojawia się czas w jego tradycyjnym rozumieniu. Powstaje oczywiście pytanie, co takiego zwiększa swe rozmiary, skoro na poziomie Plancka nie istnieje czasoprzestrzeń? Otóż w modelu reżimu nieprzemiennego Wszechświat nie ma punktów, jak w klasycznej czasoprzestrzeni, ale można w nim wyróżnić globalne stany całego Wszechświata. Pojęcie stanu danego układu pozwala badać i opisywać dynamikę całości danego układu⁵⁰³. Wszechświat reżimu nieprzemiennego jest układem dynamicznym. Aby opisać tę dynamikę w języku geometrii nieprzemiennej, należy skonstruować odpowiednik pojęcia pola wektorowego sił. To pojęcie z kolei jest równoważne opisowi dynamiki badanego układu za pomocą układu równań różniczkowych, w którym występują siły i czas⁵⁰⁴. „Mając algebrę nieprzemienną A , można zdefiniować zbiór jej derywacji [...]. Derywacja to pewne działanie, które jeden element algebry A przekształca w inny jej element”⁵⁰⁵, jednocześnie zachowując własności pól wektorowych, takie jak liniowość oraz spełnianie

⁵⁰¹ Generalnie model Hellera–Sasina, podobnie zresztą jak model Hawkinga–Hartle’a, miał na celu opisać strukturę młodego Wszechświata, czyli w tzw. erze Plancka – to jest w czasie do 10^{-44} s od Wielkiego Wybuchu. Chodziło głównie o pozbycie się osobliwości początkowej. Nie jest ona interesująca z poznawczego punktu widzenia, gdyż nie dostarcza żadnych sensownych informacji o tym, co działo się w tej erze we Wszechświecie. Oba modele tę trudność wydają się przezwyciężać, gdyż zarówno w modelu Wszechświata bez brzegów, jak i w reżimie nieprzemiennym – przynajmniej w sferze podstawowych rozwiązań i, jak później zobaczymy, swoistych deklaracji – osobliwości stają się bądź to zwykłymi punktami czasoprzestrzeni, bądź też nie ma w nich rozróżnienia na punkty osobliwe i nieosobliwe, na stany osobliwe i nieosobliwe Wszechświata.

⁵⁰² M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 107.

⁵⁰³ Zob. tamże, s. 102.

⁵⁰⁴ Układ równań w klasycznej geometrii modeluje zachowanie się układu w czasie, czyli jego historię; por. tamże, s. 116–117.

⁵⁰⁵ Tamże, s. 118.

reguły Leibniza⁵⁰⁶. Nieprzemienialna algebra wraz ze zbiorem swoich derywacji tworzy nieprzemienialny odpowiednik geometrii różniczkowej. Prowadzi to do paradoksalnego wniosku, że w reżimie nieprzemienialnym nie ma czasu, ale istnieje w nim „autentyczna dynamika”. Heller tłumaczy, że: „pojęcia algebry i jej elementów mają charakter abstrakcyjny i zmiana jednego elementu algebry w drugi także jest pewnym abstrakcyjnym działaniem, ale takim, który podporządkowuje się podstawowym regułom obowiązującym w każdej dynamice”⁵⁰⁷, przy absolutnej aczasowości całego modelu: „nie ma żadnej możliwości ponumerowania elementów algebry A i uporządkowania ich według następstwa czasowego”⁵⁰⁸. Co więcej, w modelu Wszechświata nieprzemienialnego można również próbować odtwarzać nie tylko dynamikę Wszechświata, ale i jego ewolucję, tzn. można próbować odtwarzać pewne następstwo stanów Wszechświata. Kolejne jego stany wyłaniają się począwszy od hipotetycznej nicości⁵⁰⁹ stanu początkowego. Przy odtwarzaniu ewolucji Wszechświata geometria nieprzemienialna tak samo dobrze radzi sobie z opisem stanów określanych jako stany nieosobliwe, jak i stanów osobliwych, co było już zaznaczone wyżej. Powoduje to, że proponowany przez Hellera model wydaje się rozwiązywać fundamentalny problem współczesnej kosmologii, czyli problem osobliwości początkowej Wszechświata⁵¹⁰.

Na koniec należy zwrócić uwagę na to, że metody geometrii nieprzemienialnej pozwalają zarówno na odtworzenie struktury czasoprzestrzeni z osobliwościami w sposób umożliwiający nie-trywialny opis osobliwości (nawet tych silnych), jak również pozwalają odtworzyć przejście od nieprzemienialnego reżimu będącego modelem Wszechświata na poziomie Plancka do poziomu zwykłej czasoprzestrzeni, której struktura jest dobrze znana

⁵⁰⁶ Różne rodzaje derywacji oraz ich własności zostały omówione w: M. Heller, L. Pysiak, W. Sasin, dz. cyt., s. 122501-3–122501-8.

⁵⁰⁷ M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 119.

⁵⁰⁸ Tamże.

⁵⁰⁹ Pojęcie nicości używane w takim kontekście jest pojęciem ogromnie wieloznacznym. Często owo pojęcie utożsamiane jest z pojęciem najniższego możliwego stanu energetycznego materii i w takim znaczeniu może być ono używane na terenie kosmologii przyrodniczej. Niestety nie rozwiązuje to odwiecznego filozoficznego pytania o to, czy świat powstał z nicości rozumianej jako absolutne zero istnienia, czy też może materia jest czymś absolutnym i istnieje od zawsze?

⁵¹⁰ Por. tamże, s. 103, 107. Oczywiście Heller zarzeka się w innym miejscu, o czym była już mowa, że jego propozycja nie jest nową koncepcją kwantowej teorii grawitacji. Ale należy stwierdzić, że propozycja Hellera jest odważnym i daleko idącym etapem na drodze ku kwantowej teorii grawitacji.

np. z ogólnej teorii względności. Na poziomie teoretycznym odpowiada to zagadnieniu: jak z przestrzeni nieprzemiennej utworzyć przestrzeń przemianą. Aby tego dokonać, należy, po pierwsze, określić centrum dla algebry nieprzemiennej, tworzącej daną przestrzeń nieprzemianą. Takie centrum algebry nieprzemiennej będzie stanowić pewną podalgebrę, która jest zawsze przemianą⁵¹¹. Dodatkowo centrum algebry nieprzemiennej jest odpowiednikiem grupoidu: „Można dowieść, posługując się twierdzeniem Gelfanda–Neimarka–Sergala, że centrum naszej algebry odtwarza geometrię grupoidu reperów, i to rozumianą w sposób tradycyjny, to znaczy z dobrze określonymi punktami, znanymi ze zwykłej czasoprzestrzeni”⁵¹². Mając już grupoid, należy utożsamić pewne jego punkty ze sobą, to znaczy należy skonstruować przestrzeń ilorazową dla tego grupoidu. W odzyskanej tym sposobem czasoprzestrzeni pojawiają się znów osobliwości⁵¹³. Charakter tego przejścia może być opisany na podobieństwo przejścia fazowego, które następuje, gdy Wszechświat w swej ewolucji przekracza próg Plancka⁵¹⁴, lub jako przejście do granicy⁵¹⁵. Generalnie można powiedzieć, że z reżimu nieprzemiannego udaje się „odzyskać” zwykły, znany z modelu standardowego Wszechświat, w którym „panuje” ogólna teoria względności i w którym mamy do czynienia z czasem, przestrzenią, a także z osobliwościami. Czas i przestrzeń wydają się zatem pojawiać pomimo absolutnej aczasowości początkowej ery nieprzemiennej⁵¹⁶. Próbie odpowiedzi na pytanie o to, co jest

511 Zob. M. Heller, W. Sasin, *Origin of Classical Singularities*, dz. cyt., s. 563.

512 M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 104.

513 Zob. tamże.

514 „The transition from the noncommutative geometry to the usual space-time geometry can be thought of as a kind of »phase transition« which happens when the universe passes through the Planck threshold. [...] In this way, after passing through the Planck threshold both space-time (in the usual sense) and classical singularities emerge. We are entitled to say that classical singularities are produced in the process of the formation of macroscopic physics”, M. Heller, W. Sasin, *Origin of Classical Singularities*, dz. cyt., s. 569.

515 „Okazuje się [...], że przejście od nieprzemiennej geometrii grupoidu do zwykłej geometrii czasoprzestrzeni wcale nie musi mieć charakteru skokowego. [...] Proces ten można również opisać »przejściem do granicy«”, M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 104–105. We wspólnym artykule Hellera i Sasina można zaś znaleźć takie oto matematyczne wyrażenie, odpowiedzialne za cały proces zamiany algebry nieprzemiennej na algebrę przemianą: $(A = C_c^\infty(G, \mathbf{C})) \Rightarrow (A_{\text{proj}} \simeq \widehat{C_c^\infty(\overline{M})})$; zob. M. Heller, W. Sasin, *Origin of Classical Singularities*, dz. cyt., s. 569.

516 Mam świadomość, że takie stwierdzenie wydaje się paradoksalne. Wychodzi tu na jaw pewna trudność w językowym wyrażaniu myśli na temat aczasowości. Owa trudność wynika poniekąd ze struktury języka, który jest czasowy. Aczasowe wyrażanie myśli jest

źródłem czasu (jaki proces odpowiada za to, że czas wyłania się z aczasowego reżimu nieprzemiennej)⁵¹⁷ oraz jaki jest ten czas (jaka jest jego natura) będzie poświęcony rozdział czwarty.

3.3 WSZECHŚWIAT PLATONII – PROPOZYCJA J. BARBOURA

Ostatni model, który chciałbym omówić w tym rozdziale, ma inny charakter od dwóch poprzednich. Inny jest również punkt wyjścia, z jakiego autor owej koncepcji – Julian Barbour – rozpoczyna swoje poszukiwania związane z czasem, a właściwie poszukiwania odpowiedzi na pytanie, czy pojęcie czasu można, a wręcz czy należy usunąć z opisu Wszechświata. W odróżnieniu od dwóch poprzednich modeli, których autorzy rozpoczynali swoją drogę ku aczasowym modelom Wszechświata od prób uporania się z problemem osobliwości w klasycznym, czyli czasoprzestrzennym, opisie powstania i ewolucji Wszechświata, Barbour – który ostatecznie porzucił dziedzinę astrofizyki na rzecz podstaw fizyki⁵¹⁸ – swoje rozważania na temat czasu rozpoczął od zakwestionowania adekwatności struktury czasoprzestrzennej. Punktem wyjścia do tego były dla autora *The End of Time* poglądy Paula Diraca, z którymi zetknął się jeszcze w trakcie studiów. Chodzi dokładnie o pewien artykuł, w którym Dirac, przy okazji rozważań poświęconych unifikacji ogólnej teorii względności z teorią kwantów, wysunął wątpliwość, czy struktura czasoprzestrzenna ma swoje odzwierciedlenie w realnym Wszechświecie. Barbour z wyraźnym emocjonalnym zaangażowaniem opisuje moment, gdy w październiku 1963 roku przeczytał wspomniany artykuł Diraca. W trakcie podróży pociągiem na biwak w Alpach Bawarskich słowa Diraca kwestionujące adekwatność struktury czasoprzestrzennej na zawsze już odmieniły jego naukowe zainteresowania⁵¹⁹. Od tamtego momentu wątpliwości, które wysunął Dirac, zaczęły nurtować również samego Barboura.

niestety nieekonomiczne. Więcej na ten temat będzie przy okazji omawiania następnego modelu Wszechświata, którego autor zwraca uwagę na ten fakt.

⁵¹⁷ W fizyce nic nie powstaje z niczego. Nawet pomimo deklaracji i dekretów o tym mówiących. Już choćby same prawa fizyki, które dekretują, czy modelują pojawienie się Wszechświata, jak w modelu Hawkinga–Hartle’a, stanowią owo „coś”.

⁵¹⁸ Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 3.

⁵¹⁹ „On the train, I read an article about Paul Dirac’s attempt to unify Einstein’s general theory of relativity with quantum theory. A single sentence in it was to transform my life: »This result has led me to doubt how fundamental the four-dimensional requirement in physics is.« In other words, Dirac was doubting that most wonderful creation of twentieth-century physics: the fusion of space and time into space-time”, tamże, s. 2. Słowa Diraca

Dość szybko do pytania o adekwatność pojęcia czasoprzestrzeni dołączyło również pytanie bardziej fundamentalne. Było to pytanie o czas i jego naturę. Od tamtej pory Barbour, mimo że w swoim naukowym życiu zajmował się nauką, a nie filozofią, ostatecznie stał się niewolnikiem tegoż – filozoficznego w gruncie rzeczy – pytania⁵²⁰. Można oczywiście zastanawiać się nad tym, czy rozwiązanie tego problemu leżało i leży w sferze przedmiotowej dziedziny, jaką się Barbour zajmuje, jednakże w tym przypadku nie można dyskutować z faktami⁵²¹. Po kilku latach badań Barbour doszedł do przekonania, że czasoprzestrzeń nie może być strukturą podstawową dla opisu Wszechświata jako całości⁵²². Również pojęcie czasu, powinno z tego opisu zniknąć. To ostatnie zaś wynika z przekonania autora *The End of Time* o nieistnieniu czasu na najbardziej fundamentalnym poziomie struktury Wszechświata⁵²³.

Drugim źródłem, z którego Barbour czerpał inspirację oraz argumenty za tym, że czas nie jest koniecznym elementem struktury Wszechświata, były jego własne badania nad zagadnieniem ruchu. Barbour stara się dociec, jaka jest jego natura. Czy można mówić tylko i wyłącznie o ruchu względnym, gdzie jego istnienie zależy od punktu odniesienia, a mierzenie ruchu odbywa

pochodzą z: P. A. M. Dirac, *The Evolution of the Physicist's Picture of Nature*, „Scientific American” 208(1963), z. 5, 45–53.

⁵²⁰ „Waking an hour or two later, I fell to thinking about Dirac's words. Might the notion of space-time have been a mistake? This prompted an even more fundamental question: what is time? Before Jürgen [kolega Barboursa ze studiów] had returned, I was – and still am – the prisoner of this question”, J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 2.

⁵²¹ Po prostu dla Barboursa, jak również dla wielu innych fizyków – zwłaszcza fizyków teoretycznych – ich praca naukowa jest mocno stymulowana przez pewne zagadnienia, które same w sobie nie mieszczą się w metodologicznych ani też w przedmiotowych ramach danej dziedziny nauki (w tym przypadku w ramach fizyki), lecz stanowią bardzo silną inspirację dla poszukiwania nowych rozwiązań starych problemów. Co więcej, te filozoficzne problemy mogą stanowić również źródło, z którego badacze będą czerpać nowe problemy badawcze z zakresu dziedziny badań przedmiotowych. Dotyczy to zwłaszcza tzw. kontekstu odkrycia, gdzie poszukiwanie nowych rozwiązań starych problemów z dziedziny danej nauki może mieć swoją motywację daleko bardziej wkraczającą na teren np. filozofii, niż mogłoby to się na pierwszy rzut oka wydawać. A także sięgającą dużo dalej niż sami naukowcy chcą się do tego przyznać.

⁵²² Zob. tamże, s. 39–40.

⁵²³ Zob. J. Barbour, *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, w: *Physical Origins of Time Asymmetry*, red. J. J. Halliwell, J. Pérez-Mercader i W. H. Zurek, Cambridge–Nowy Jork–Melbourne: Cambridge University Press, 1994, s. 405.

się tylko względem innych ciał? Czy też można wskazać na ruch, który byłby wyróżniony i niezależny od ruchu innych ciał. Jeżeli taki ruch jest możliwy, to względem czego należałoby go mierzyć? *The Discovery of Dynamics* jest poświęcona próbie odpowiedzi na pytanie, czy można budować adekwatny opis ruchu, czyli dynamikę, tylko za pomocą terminów i pojęć relacyjnych, czy też może konieczne jest użycie pewnych ram, w których ów ruch miałby się odbywać⁵²⁴? Konieczność istnienia takich ram postulował Izaak Newton. W koncepcji Newtona występowały obydwa rodzaje ruchu, względny oraz bezwzględny. Ten drugi mierzony był względem absolutnej przestrzeni i czasu, które stanowią arenę dla wszystkich zdarzeń oraz ciał materialnych we Wszechświecie. To wszystko tworzyło swego rodzaju dualizm w obrazie rzeczywistości. Wszechświat należało rozumieć jako złożony z dwóch rodzajów bytów. Pierwszym rodzajem były cząstki materii, drugim niewidzialne ramy czasu i przestrzeni, w których ów pierwszy rodzaj bytów egzystował. Krytyka Newtonowskiej koncepcji Wszechświata, gdzie próbowano podważać obraz świata, jaki wynikał z proponowanych przez Newtona teorii ruchu oraz teorii grawitacji, stanowiła właściwe źródło inspiracji, z którego obficie czerpał autor *The End of Time*. Zwłaszcza poglądy G. W. Leibniza oraz E. Macha zasługują w tym względzie na uwagę.

Poglądy Leibniza były już szerzej omawiane we wcześniejszych rozdziałach, dlatego też skupię się teraz na poglądach Ernsta Macha. Ten przedstawiciel, a w zasadzie jeden z twórców, empiriokrytycyzmu będącego jedną z odmian pozytywizmu, w swoich rozważaniach podejmował między innymi problem sensowności twierdzeń naukowych oraz zakresu ich prawomocności⁵²⁵. Miał on silne przekonanie o relatywności i tymczasowości każdej

⁵²⁴ Zob. J. Barbour, *The Discovery of Dynamics*, Oksford–Nowy Jork: Oxford University Press, 2001.

⁵²⁵ W empiriokrytycyzmie (określanym również mianem „drugiego pozytywizmu”; zob. H. Buczyńska-Garewicz, *Pozytywizm*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 471), którego głównym przedstawicielem, obok Ernsta Macha, był również Richard Avenarius, w stosunku do historycznych poprzedników Macha i Avenariusza (m.in. w stosunku do Comte’a oraz Spencera) nastąpił zwrot ku zagadnieniom związanym z metodologią oraz epistemologią nauki, zaś nastąpił odwrót od poszukiwania „ogólnej teorii postępu” i „wszechobejmującej wizji życia społecznego”. W empiriokrytycyzmie dochodzi do radykalnej redukcji podmiotu poznającego zorganizowanego w „ja”, które to staje się sztuczną konstrukcją, nie mającą nic wspólnego z rzeczywistością. Może nie tyle nic wspólnego, co nie będącą żadną realnie istniejącą rzeczą (bytem). Samo pojęcie rzeczy traci jakiegokolwiek empiryczny sens. Występują wyłącznie treści doświadczenia, którymi są najprostsze wrażenia empiryczne: barwa, dźwięk itd. Zaś wszystkie inne pojęcia,

posiadanej przez nas wiedzy, zarówno potocznej, jak i naukowej. W nauce zaś jest to szczególnie widoczne. Za wręcz szkodliwe uważał Mach trzymanie się utartych schematów i opinii. Nauka, w tym również fizyka, jest kontynuacją procesu symbolicznego porządkowania i systematyzowania danych naszego doświadczenia, co dokonywane jest spontanicznie, w zasadzie od zarania dziejów ludzkości⁵²⁶. Nasze poznanie nie ma charakteru transcendentnego, lecz stanowi jedynie adaptacyjną odpowiedź organizmu na całość warunków życiowych. Dlatego też pytania o status ontyczny doświadczanych wrażeń stają się bezprzedmiotowe⁵²⁷. W odróżnieniu od zwierząt, które przystosowują się do warunków środowiska poprzez wykształcenie pewnych specyficznych narządów, takich jak: czułe zmysły, kły i pazury, czy też umiejętność szybkiego przemieszczania się (możliwa dzięki odpowiedniej budowie aparatu ruchu), człowiek wykorzystuje do tego celu swój rozum⁵²⁸. Treścią naszego doświadczenia są proste jakości zmysłowe, nazywane przez Macha elementami⁵²⁹. Z tych elementów zaś tworzymy – poprzez wszelakiego rodzaju interpretacje, symbolizacje, czy też porządkowania – pojęcia bardziej złożone, np. pojęcie „rzeczy”, czy też pojęcie „wrażenia” (w sensie czegoś, co jest doznawane przez podmiot)⁵³⁰, które „tradycja

w tym pojęcie „podmiotu” i „przedmiotu” poznania, pojęcie „ja” oraz wszelkie inne pojęcia naukowe, prawa oraz teorie, są jedynie skrótami pozwalającymi zminimalizować wysiłek umysłowy ludzi oraz w jak najbardziej efektywny i oszczędny sposób przekazać nabyte doświadczenia innym (to ostatnie jest zbieżne z głoszoną przez przedstawicieli empiriokrytycyzmu tzw. zasadą ekonomii). Cała wiedza ma więc sens jedynie operacyjny, nie zaś metafizyczny; zob. L. Kołakowski, *Filozofia pozytywistyczna. Od Hume’a do Koła Wiedeńskiego*, Warszawa: PWN, 1966, s. 113–114 oraz 125–127.

⁵²⁶ Według Macha nie ma wyraźnej granicy między opisanym językiem potocznym przednaukowym doświadczeniem, a doświadczeniem opisanym za pomocą teoretycznych konstrukcji współczesnych teorii naukowych; zob. tamże, 129.

⁵²⁷ Termin „wrażenie” w języku potocznym wydaje się sugerować, że istnieje jakiś substancjalny podmiot, który owych wrażeń doznaje. Jednakże, aby sprostac postulatowi dążenia do maksymalnej jedności posiadanej wiedzy, czyli do jednej nauki, w ramach której pozostaną tylko pojęcia odnoszące się do elementów oraz ich konfiguracji, należy ostatecznie wyeliminować zarówno pojęcie „ja”, jak również pojęcie „materii”. Po tym zabiegu podział na ja–otoczenie przestaje istnieć; zob. W. Sady, dz. cyt., s. 87.

⁵²⁸ Zob. tamże, s. 83.

⁵²⁹ Elementami mogą być barwa, dźwięk, ciśnienie, przestrzenność, czasowość itp. – czyli, według tradycyjnej terminologii, wszystkie pierwotne i wtórne jakości; zob. L. Kołakowski, dz. cyt., s. 130.

⁵³⁰ „Rzeczy” powstają poprzez interpretacyjne złożenie w całość pewnej grupy owych „elementów”. W ramach nauk przyrodniczych można potem owe zespoły badać i szukać

metafizyczna” traktowała jako realnie istniejące byty. Tak naprawdę zaś owe pojęcia powinny mieć charakter operacyjny, a nie metafizyczny, gdyż rzeczy albo wrażenia same w sobie nie istnieją realnie. Podobnie ma być z nauką i jej wytworami – czyli teoriami naukowymi. Mają one za zadanie, za pomocą jak najmniejszej ilości środków teoretycznych⁵³¹, opisać jak najwięcej danych doświadczenia. Tutaj również wszelkie pojęciowe ujęcia, które pojawiają się na skutek zadośćuczynienia zasadzie ekonomii, czyli wynikające ze zwartości opisu lub dające sukces predykcyjny, wcale nie muszą być czymś realnym. I przeważnie takimi nie są. Jednakże człowiek ma tendencję do tego, aby owym teoretycznym pojęciom nadawać pewną ponad-empiryczną treść i traktować je jako coś realnie istniejącego. To oczywiście jest błąd poznawczy. Niestety cała tradycja filozoficzna, a także wiele teorii naukowych jest pełnych tego typu metafizycznych „wtrętów”. Dlatego też Mach zaproponował program oczyszczenia naszej wiedzy, w tym wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych, z owych metafizycznych naleciałości⁵³².

Pojęcia występujące w fizyce Newtonowskiej⁵³³, takie jak absolutny czas, absolutna przestrzeń, ruch bezwzględny, siła bezwładności, czy też wreszcie pojęcie masy, muszą utracić swój dotychczasowy status. Dlatego też Mach podjął próbę przeformułowania mechaniki Newtonowskiej w taki sposób, aby usunąć z niej pojęcia odnoszące się do bytów nieobserwowalnych⁵³⁴. Pojęcie siły zastąpił Mach iloczynem masy i przyspieszenia. Z kolei masa danego ciała nie jest niczym stałym, lecz wynika ze stosunku danego ciała

praw rządzących występowaniem owych zespołów. Jeżeli zaś te same zespoły elementów odnosimy bezpośrednio do naszego ciała, wtedy mamy do czynienia z kolejną konstrukcją, którą określa się jako „wrażenie”.

⁵³¹ Chodzi o to, aby, zgodnie z zasadą ekonomii, jak najkrócej i jak najbardziej prosto opisać elementy, ich konfiguracje oraz to, co w tych konfiguracjach jest względnie stałe, a co względnie zmienne, tak aby móc przekazywać swoje doświadczenia innym, a także móc przewidywać, co nastąpi; zob. W. Sady, dz. cyt., s. 83.

⁵³² Zob. tamże, s. 84–85; L. Kołakowski, dz. cyt., s. 133.

⁵³³ Mechanika Newtonowska była przedmiotem krytycznego opracowania dokonanego przez Macha w jego wydanej w 1883 roku pracy *Die Mechanik in ihrer Entwicklung* – wydanie angielskie 1893: *The Science of Mechanics* (korzystałem z czwartego wydania angielskiego: E. Mach, *The Science of Mechanics*, tłum. T. J. McCormack, Chicago-Londyn: The Open Court Publishing, 1919).

⁵³⁴ Ostatecznie niekoniecznie chodziło o sformułowanie takiej teorii, która nie operowałaby takimi pojęciami, gdyż to mogłoby doprowadzić do bardzo zawiłych i skomplikowanych teorii, co byłoby niezgodne z zasadą ekonomii, lecz o ukazanie, że nauka tych wszystkich pojęć, w zasadzie, nie potrzebuje. Najważniejsze zaś było ugruntowanie przekonania o tym, że pojęciom tym nic nie odpowiada w rzeczywistości; zob. W. Sady, dz. cyt., s. 86.

do wszystkich innych ciał we wszechświecie. Z kolei absolutność przestrzeni burzy Mach poprzez krytyczną analizę doświadczenia z obracającym się wiadrzem⁵³⁵. Mach kwestionuje również absolutność czasu w mechanice⁵³⁶.

Głównym źródłem inspiracji dla Barboura pozostaje tzw. zasada Macha⁵³⁷. Uogólniając wszystkie dotychczas przywołane twierdzenia dotyczące pojęć występujących w mechanice Newtonowskiej, można wysnuć ogólny wniosek, że własności ciał materialnych⁵³⁸ wynikają wyłącznie z relacji danego ciała do wszystkich innych ciał we Wszechświecie. Inaczej mówiąc, własności Wszechświata determinowane są przez materię go wypełniającą oraz relacje zachodzące pomiędzy poszczególnymi elementami owej materii. Natomiast nie powinno się poszukiwać owych własności Wszechświata w relacjach poszczególnych jego elementów empirycznych

⁵³⁵ „Newton’s experiment with the rotating vessel of water simply informs us, that the relative rotation of the water with respect to the sides of the vessel produces no noticeable centrifugal forces, but that such forces are produced by its relative rotation with respect to the mass of the earth and the other celestial bodies”, E. Mach, dz. cyt., s. 232. Mach dowodzi, że woda w obracającym się wiadrze ulega zakrzywieniu nie z powodu ruchu przyspieszonego mierzonego względem absolutnej przestrzeni, lecz mierzonego względem tzw. gwiazd stałych, gdyż to owe widzialne gwiazdy stałe, a nie niewidzialna przestrzeń, mają stanowić kryterium inercjalności dla badanego układu; zob. też: W. Sady, dz. cyt., s. 85–86.

⁵³⁶ „Time, accordingly, appears to be some particular and independent thing, on the progress of which the position of the pendulum depends, while the things that we resort to for comparison and choose at random appear to play a wholly collateral part. But we must not forget that all things in the world are connected with one another and depend on one another, and that we ourselves and all our thoughts are also a part of nature. It is utterly beyond our power to measure the changes of things by time. Quite the contrary, time is an abstraction, at which we arrive by means of the changes of things; made because we are not restricted to any one definite measure, all being interconnected. A motion is termed uniform in which equal increments of space described correspond to equal increments of space described by some motion with which we form a comparison, as the rotation of the earth, A motion may, with respect to another motion, be uniform. But the question whether a motion is in itself uniform, is senseless. With just as little justice, also, may we speak of an »absolute time« of a time independent of change. This absolute time can be measured by comparison with no motion; it has therefore neither a practical nor a scientific value; and no one is justified in saying that he knows aught about it. It is an idle metaphysical conception”, E. Mach, dz. cyt., s. 223–224.

⁵³⁷ „I think the reason why I take the possibility of a completely timeless universe more seriously than almost all other physicists is this background that came from thinking about Mach’s principle”, J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 70.

⁵³⁸ Przy czym warto pamiętać, że również owe „ciała materialne” są tylko abstrakcyjnym określeniem zbiorów podstawowych elementów, niemniej zasada ekonomii dopuszcza tego typu uogólnienia, bylebyśmy mieli świadomość, że jest to tylko pewien skrót myślowy.

do jakichś nieobserwowalnych składników, pojęć, czy też elementów, które to mają tworzyć niewidzialną scenę (arenę) dla całego Wszechświata, czy też – w węższym rozumieniu – dla zdarzeń w nim zachodzących⁵³⁹.

Ostatecznie doszedł Barbour do wniosku, że należy odrzucić konieczność istnienia „ram” dla zdarzeń dziejących się we Wszechświecie. Chodzi przede wszystkim o ramy czasowe i przestrzenne, czy też czasoprzestrzenne. Nie trzeba mówić o tym, że Wszechświat, traktowany jako całość, musi być w czymś „zanurzony”, a tym czymś musi być jakaś szczególnego rodzaju konstrukcja, którą można by określić jako „arenę rzeczywistości”. Arena rzeczywistości jako taka nie istnieje. Należy odrzucić ten dualistyczny podział na zdarzenia i arenę, na której owe zdarzenia mają miejsce, na rzecz takiej struktury rzeczywistości, która odzwierciedla jedność Wszechświata na poziomie fundamentalnym. Tworzywo tak rozumianej rzeczywistości mają stanowić byty, określane przez Barboura jako fundamentalne (*ultimate things*), w których czas, przestrzeń i materia łączą się ze sobą, tworząc nierozdzielalną całość⁵⁴⁰. Barbour podkreśla, że dzięki lekturze prac Macha oraz późniejszym analizom m.in. prac Einsteina, doszedł do przekonania, że czasoprzestrzeń można i wręcz należy zastąpić czymś innym⁵⁴¹. Ostatecznie Barbour swoją alternatywę w stosunku do klasycznego – czasoprzestrzennego – opisu Wszechświata jako całości zamknął w koncepcji Platonii⁵⁴².

Wstępne założenia, które autor *The End of Time* czyni, są następujące. Opis Wszechświata jako całości, ale i w ogóle wszystkie opisy powstające

⁵³⁹ W tym konkretnym przypadku chodzi oczywiście o arenę rzeczywistości zbudowaną z absolutnej przestrzeni oraz z absolutnego czasu, gdzie główną rolę odgrywają nie położenia poszczególnych ciał względem siebie, lecz właśnie położenia poszczególnych ciał w absolutnej przestrzeni i w absolutnym czasie; zob. tamże, s. 65–67.

⁵⁴⁰ „The world is to be understood, not in the dualistic terms of atoms (things of one kind) that move in the framework and container of space and time (another quite different kind of thing), but in terms of more fundamental entities that fuse space and matter into the single notion of a possible arrangement, or configuration, of the entire universe. Such configurations, which can be fabulously richly structured, are the ultimate things. There are infinitely many of them; they are all different instances of a common principle of construction; and they are all, in my view, the different instants of time”, tamże, s. 16.

⁵⁴¹ „One issue that runs through this book is this: what is the ultimate arena of the universe? Is it formed by space and time (space-time), or something else? [...] I believe that the ultimate arena is not space-time”, tamże, s. 39–40.

⁵⁴² „It was six or seven years before I came to form really clear ideas. I eventually concluded that what was needed above all was a new arena in which to describe the universe. I arrived at the notion of Platonian (or, as I originally called it, the relative configuration space of the universe)”, tamże, s. 68.

w ramach nauk przyrodniczych, a w szczególności w naukach fizycznych, mają składać się z jak najmniejszej ilości elementów. Oczywiście nie chodzi o zupełną bezzałożeniowość. Jednakże Barbour stoi na stanowisku, że ideał racjonalności wymaga, by w tego typu opisach, a w szczególności w opisie Wszechświata jako całości, nie było żadnych wykraczających poza niezbędną ilość składników⁵⁴³. Dotyczy to zwłaszcza takich elementów opisu, które mogą być związane z naszym punktem widzenia. Przez „punkt widzenia” należy w tym miejscu rozumieć warunki, w jakich człowiek egzystuje. Chodzi m.in. o nasze bytowanie na Ziemi, gdzie sama Ziemia tworzy swego rodzaju stałą arenę, na której toczy się nasze życie. Tego typu warunki nie są typowe dla całego Wszechświata. Można wręcz powiedzieć, że nasz makroskopowy punkt widzenia jest czymś wyjątkowym w skali całego Kosmosu. Tak więc, według Barboura, nie powinno się owej ludzkiej perspektywy uogólniać na cały Wszechświat⁵⁴⁴. Należy raczej starać się zbudować na potrzeby opisu Wszechświata inną perspektywę, która byłaby typowa dla całości Wszechświata, a nie tylko dla jego małego fragmentu, jaki stanowi Ziemia wraz z jej obdarzonymi inteligencją mieszkańcami.

Do założeń poczynionych przez autora *The End of Time* należy również to, że całość informacji o Wszechświecie powinno się dać zawrzeć w jednej strukturze pojęciowej. W takim przypadku zaś nie należy dodawać już cokolwiek do tego opisu. Niestety, według Barboura, fizycy – nawet w dzisiejszych czasach – używają do opisu struktury Wszechświata jako całości zbyt wielu zbędnych w gruncie rzeczy pojęć. Jednym z tych zbędnych pojęć okaże się w końcu również pojęcie czasu. Choć oczywiście nie stanowi to założenia, lecz jest konkluzją, do której Barbour dochodzi pod koniec swoich analiz. Można jeszcze wspomnieć również o tym, że właściwie, zdaniem autora *The End of Time*, większość tych dodatkowych pojęć, wchodzących w skład podstawowych teorii opisujących nasz Wszechświat, wydaje się być wytworem naszej specyficznej ludzkiej perspektywy poznawczej. A więc nasza specyficzna perspektywa poznawcza oraz jej wytwory pozostają

543 Zob. tamże, s. 76.

544 „First, it is a fact that we orient ourselves in real life by objects we actually see, not by invisible space [...]. Things are the signposts that tell us where we are. There is also the fortunate fact that we live on the nearly rigid Earth. We can orient ourselves by means of just a few objects fixed on its surface, say church spires when hiking in the English countryside. Always there, the Earth provides a natural background. Motion seems to take place in a framework. But imagine what life would be like if we lived on a jellyfish! [...] The fact is that we live in a very special location. Only the tiniest fraction of matter in the solar system, let alone the universe, is in solid form”, tamże, s. 68.

w konflikcie z wymogami, jakie powinien spełniać, według Barboura, adekwatny i obiektywny opis struktury Wszechświata⁵⁴⁵.

Kolejnym założeniem, tym razem o charakterze ontologicznym, które silnie determinuje całą koncepcję Platonii, jest założenie dotyczące tego, co tak naprawdę może istnieć realnie, czyli co można określić jako prawdziwy byt. Tutaj Barbour odwołuje się do poglądów Leibniza. Autor *Monadologii* stawiał tezę, że realnymi bytami mogą być wyłącznie monady. To one miały być jedynymi prawdziwie i realnie istniejącymi bytami. Oczywiście Barbour koncepcję Leibniza w pewien sposób przekształca. Jeżeli Leibniz nie ujmował monad w kategoriach materialnych, to Barbour już to czyni. To oczywiście wyznacza pewien ontologiczny horyzont i wskazuje na to, z czego Wszechświat ma się składać. Barbour dochodzi do konkluzji, że istnieją tylko pewne układy cząstek materii, które określa on mianem „konfiguracji”. Np. człowiek stanowi pewien zbiór atomów, właśnie pewną ich konfigurację. Co więcej, owe atomy same w sobie są nieodróżnialne jeden od drugiego. Opis wszystkich działań człowieka i tego, co się z człowiekiem dzieje, daje się sprowadzić do opisu zachowania pewnej konfiguracji atomów⁵⁴⁶. W owym opisie zawarte będą również opisy procesów fizjologicznych, a nawet i umysłowych⁵⁴⁷. Niczego więcej poza strukturą owej konfiguracji atomów składających się na to, co nazywamy człowiekiem, do wyjaśnienia i opisu nas i naszego zachowania nie potrzeba. Ostatecznie Barbour staje na stanowisku, że, poza konfiguracjami atomów, nic nie istnieje⁵⁴⁸.

Poprzez pojęcie „konfiguracja cząstek materii” dochodzimy do pierwszego istotnego pojęcia wchodzącego w skład koncepcji Platonii. Chodzi mianowicie o pojęcie chwilowego stanu Wszechświata, które określa Barbour za pomocą angielskiego terminu *Now*, które można przetłumaczyć jako „teraz”. Niemniej występuje tutaj pewien problem. Polskie wyrażenie „teraz” nie oddaje – moim zdaniem – w pełni znaczenia, jakie terminowi *Now* nadaje sam Barbour⁵⁴⁹. Dzieje się tak dlatego, że *Now* jest właśnie obrazem (Barbour mówi wręcz o migawkowym zdjęciu) chwilowej konfiguracji całego

⁵⁴⁵ Por. tamże, s. 16–17.

⁵⁴⁶ Zob. tamże, s. 49.

⁵⁴⁷ Zob. tamże, s. 26.

⁵⁴⁸ Zob. tamże, s. 43.

⁵⁴⁹ Co więcej, używając polskiego określenia „teraz”, można by popadać w swego rodzaju słowne paradoksy, których chyba nawet sam Barbour nie unika w swojej książce, używając angielskiego terminu *Now*. Dlatego też będę w dalszej części, dla wyraźnego odróżnienia Barbourowskich konstrukcji, używać terminów *Now* lub *Nows*.

Wszechświata. Czyli *Now* stanowi konfigurację materii całego Wszechświata w danej chwili, czy też może w momencie robienia owego hipotetycznego zdjęcia. Według autora *The End of Time* powinno być możliwe zrobienie takiegoż zdjęcia, choć aktualnie brak technicznych możliwości w tym zakresie powoduje ograniczenie posługiwania się tym pojęciem. Na poziomie makroskopowym możemy mówić jedynie o możliwości uchwycenia całości indywidualnych przeżyć człowieka w danej chwili. To zaś odpowiada temu, co uznajemy potocznie za desygnat terminu „teraz”⁵⁵⁰. W fizyce teoretycznej zaś pojęcie chwilowego stanu badanego układu jest pojęciem dobrze określonym. Z kolei w kosmologii można stosować owo pojęcie do całego Wszechświata. Wtedy to Wszechświat jest traktowany jako jeden układ, który podlega badaniu za pomocą narzędzi metodologicznych dostępnych dla tej dziedziny. W tym kontekście można zwrócić uwagę również na to, że Barbour w swojej koncepcji dokonuje utożsamienia pojęć „konfiguracja materii” oraz „chwilowy stan układu”. W odniesieniu do Wszechświata pojęcie „konfiguracja materii” i pojęcie „chwilowego stanu układu” są, w zasadzie, tym samym⁵⁵¹. Co więcej, Barbour postuluje, że tym, czym dysponujemy w odniesieniu do Wszechświata i o czym możemy powiedzieć, że realnie istnieje, jest właśnie owe *Now* (czy też w liczbie mnogiej – *Nows*).

Oczywiście różnych, teoretycznie możliwych, konfiguracji Wszechświata jest nieskończenie wiele. Każdy możliwy do wyobrażenia sobie wszechświat, a w zasadzie każdą możliwą do wyobrażenia sobie konfigurację cząstek ów wszechświat tworzących, w tym również konfiguracje opisujące najbardziej egzotyczne w stosunku do naszego wszechświata, można ująć jako pewne *Nows*⁵⁵². Te wszystkie możliwe *Nows* tworzą zbiór. Ów zbiór określa się właśnie mianem Platonii. Poza Platonią zaś nic nie istnieje⁵⁵³. Platonia jest rozumiana jako pewna przestrzeń, w której każdy punkt odpowiada jednej możliwej konfiguracji wszechświata. Dlatego też można określić Platonię jako przestrzeń fazową możliwych konfiguracji materii tworzącej dany wszechświat. Barbour w jednym ze swoich artykułów ujmuje to metaforycznie, mówiąc, że przestrzeń możliwych konfiguracji (tak określał on początkowo Platonię⁵⁵⁴) jest samotną wyspą o niezwykle skomplikowanym

550 Zob. M. L. Hohol, dz. cyt., s. 116.

551 Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 18.

552 Zob. J. Barbour, *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, dz. cyt., s. 411.

553 Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 69.

554 Por. tamże, s. 68.

kształcie, leżącą pośród oceanu nicości⁵⁵⁵. W tym metaforycznym obrazie widać od razu kolejny, dość charakterystyczny dla tego typu rozważań, problem natury językowej. Chodzi o to, że opis przytoczony powyżej sugeruje, że Platonia jest w czymś zanurzona. Natomiast oczywiście tak nie jest, bo poza Platonią – o czym była przed chwilą mowa – nic istnieć nie może. Zaś nicość – posługując się tautologią – jest niczym, choć na poziomie języka nicość wydaje się być czymś – tym właśnie, czym to, co realne, ma być otoczone⁵⁵⁶.

Istotnym z punktu widzenia tematu pracy jest problem, w jaki sposób można w Platonii odnaleźć, czy też może lepiej użyć słów „odtworzyć” lub „opisać”, znany nam z obserwacji i doświadczenia Wszechświat. Platonia jest tworem ontologicznie szerszym niż nasz – klasycznie pojmowany – Wszechświat, zaś z samej jej nazwy łatwo domyślić się źródła, z którego Barbour czerpał inspiracje przy tworzeniu swojego modelu Wszechświata. Autor *The End of Time*, poszukując adekwatnej nazwy dla przestrzeni możliwych konfiguracji, zwrócił się ku aparatowi pojęciowemu używanemu przez Platona. Barbour wyraźnie zaznacza, że każde *Now* można potraktować właściwie jako platońską formę⁵⁵⁷. I podobnie jak świat idei w metafizyce platońskiej, tak i świat Platonii wykazują się podobnymi cechami. Po

555 „I think of the configuration space as a curiously shaped continent in the sea of nothing”, J. Barbour, *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, dz. cyt., s. 411.

556 Janina Buczkowska, analizując strukturę reprezentacji językowych, zwraca uwagę na ten problem: „Reprezentowanie i odzwierciedlanie rzeczywistości to dwie różne funkcje. Funkcje te w wielu wypadkach występują łącznie, gdyż reprezentacja może być pewnym odwzorowaniem rzeczywistości (rzeczy, ich własności oraz układów). Ale przestrzeń reprezentacji służy też do uzyskiwania obrazów sytuacji nieistniejących, światów możliwych, do dokonywania dowolnych operacji na elementach reprezentowanych czy odwzorowanych i tworzeniu nowych reprezentacji. [...] Przedmiotem wewnętrznym myśli czy języka nie musi być aspektowo ujęta rzecz, lecz może być on dany jedynie za pomocą pewnej treści, która nie ma odpowiednika w realnie istniejących rzeczach”, J. Buczkowska, *Kilka uwag o przedmiocie reprezentacji*, „Studia Philosophiae Christianae” 45(2002), z. 2, s. 77–78. Autorka w strukturze reprezentacji wyróżnia jej przedmiot wewnętrzny, czyli treść oraz przedmiot zewnętrzny, czyli korelat treści. Korelat treści zaś stanowi „pewien rodzaj ogniska, wokół którego koncentrują się przypisywane mu cechy, tworząc jedno pojęcie, pojęcie tego właśnie przedmiotu. Nie jest on jedynie łącznikiem treści, ale jest jej podstawą i źródłem jej jedności, tego, że jest ona orzekana właśnie o czymś jednym”. Co więcej, „o korelacie treści można mówić nawet o czymś, co jest tylko pomyślane i co jednoczy elementy treści nawet wzajemnie sprzeczne, jak np. »ukośnokątny kwadrat«”, tamże, s. 82–83. W świetle powyższego pozorna paradoksalność omawianego zdania wygłoszonego przez Barboura wydaje się znikać.

557 Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 44.

pierwsze, Platonia jest absolutnie statyczna. W danym *Now* nic się nie porusza, bo czy cokolwiek mogłoby się poruszać w klasycznym zdjęciu? Wynika to niejako z definicji samego *Now*, które ma być chwilową konfiguracją zawartości materialnej Wszechświata i niczym więcej. Dlatego też w danym *Now* nie zachodzą żadne zmiany. Ono jest takie, jakie jest i nie może być inne. Po drugie, wszystkie *Nows* istnieją niejako wszystkie na raz. A jest tak dlatego, że wszystkie *Nows* nie są umieszczone w żadnym zewnętrznym układzie odniesienia: „all the *Nows*; they are simply there, given once and for all”⁵⁵⁸. Wszystkie *Nows* istnieją też poza czasem. Nie towarzyszy im nic, co można by określić jako porządek czasowy. Poszczególne *Nows* nie są ułożone w porządku czasowym, lecz wszystkie na raz tworzą pewien stos. Można spróbować to ująć w ten sposób, że wszystkie *Nows* leżą – tak jakby – jedno na drugim, choć w prawdziwym stosie można znaleźć, mimo wszystko, kolejność ułożenia poszczególnych jego części. W tym przypadku zaś, w Platonii, wszystkie *Nows* są dane na raz, niejako w jednym miejscu. To wszystko sprawia, że Platonię i wchodzące w jej skład *Nows* można porównać nie tylko z platońskimi formami rzeczy, lecz także rozszerzyć to na całą koncepcję idei Platona. Platonia jawić się może jako platońskie niebo, czyli miejsce egzystowania platońskich idei. Gdybyśmy mogli ujrzyć Wszechświat takim, jakim on jest, to powinniśmy widzieć go jako coś absolutnie statycznego. Nie ma czasu, nie ma ruchu ani jakiegokolwiek innej zmiany⁵⁵⁹.

Mając już taki obraz rzeczywistości, należy powrócić do pytania, gdzie w Platonii można znaleźć nasz, znany nam z doświadczenia i obserwacji, Wszechświat? Barbour chce swoją wizję uzgodnić z teoriami fizycznymi, które z założenia mają odnosić się do tego Wszechświata, w którym żyjemy. Przynajmniej na poziomie deklaracji chce on zmieniać podstawy fizyki, a nie promować nową koncepcję metafizyczną (a przynajmniej nie jest to główny cel), czy też operować na teoretycznych abstrakcjach. On stara się opisać nasz Wszechświat, a nie jakiś inny, który byłby tworem czysto teoretycznym. W tym zadaniu pomocną będzie pewna struktura pojęciowa, której Barbour używa. Dzieli on Platonię na dwa podzbiory (na dwa stosy). Pierwszym z nich jest zbiór (stos) wszystkich możliwych konfiguracji – czyli Platonia jako taka. Barbour określa ten zbiór jako *heap of possibilities*. Z tego zbioru możliwych konfiguracji wyróżnia podzbiór konfiguracji zrealizowanych – czyli *heap of actualities*⁵⁶⁰. Ten drugi zbiór można uznać właśnie za nasz

558 Tamże.

559 Zob. tamże, s. 39.

560 J. Barbour, *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, dz. cyt., s. 408–409.

Wszechświat, w którym żyjemy, którego doświadczamy, który opisujemy za pomocą teorii naukowych. Dla Barboura owe teorie – w szczególności teorie z zakresu fizyki – stanowią opis tego, jak określone punkty Platonii przechodzą ze zbioru możliwych do zbioru zrealizowanych konfiguracji⁵⁶¹. Tym samym stara się Barbour – niejako przy okazji – rozwiązać problem ekskluzywizmu naszego Wszechświata⁵⁶², gdyż w ramach koncepcji Platonii każdy możliwy wszechświat istnieje, w zasadzie, w taki sam sposób, tzn. jest jej częścią – pewnym jej punktem. Pod tym względem nie ma różnic w statusie bytowym poszczególnych konfiguracji. Jedyną różnicą ma być natomiast to, czy dana konfiguracja należy tylko do zbioru *heap of possibilities*, czy też można ją znaleźć również w *heap of actualities*, czyli czy dana konfiguracja da się wyprowadzić z danej teorii fizycznej. Przy czym należy pamiętać, żeby ów opis był zgodny z przyjętymi założeniami, czyli by był możliwie jak najprostszy, przekraczał ludzką perspektywę poznawczą i nie zawierał zbędnych pojęć, które nie są adekwatne do zakładanego obrazu rzeczywistości Platonii.

Barbour nie zgadza się również na dualizm w opisie Wszechświata. Nie odpowiada mu podział na prawa przyrody oraz warunki początkowe. Ów podział ma być analogiczny do podziału na przedmioty oraz ramy, w których owe przedmioty się znajdują, o czym była już mowa we wcześniejszych partiach niniejszego podrozdziału. Dlatego też pojawia się postulat przeformułowania całej znanej nam fizyki. Zależy Barbourowi na usunięciu z poszczególnych teorii fizycznych pojęcia czasu. Począwszy od mechaniki klasycznej, poprzez teorię względności – szczególną i ogólną – oraz mechanikę kwantową, poszukuje Barbour bezczasowych sformułowań owych teorii. Osiągnięcie tego celu pozwoliłyby na realizację jego marzenia, czyli na eliminację pojęcia czasu z naszego opisu Wszechświata⁵⁶³. Dodatkowo

561 „We have two heaps. The next question is: what are our most basic theories, those of classical mechanics and quantum mechanics, actually telling us? The heap hypothesis is that these theories are simply rules to establish which configurations from the heap of possibilities go into the heap of actualities”, tamże, s. 409.

562 Chodzi o odwieczne pytanie dotyczące tego, dlaczego nasz Wszechświat jest taki właśnie, jaki jest? Dlaczego nie wygląda on inaczej oraz dlaczego obowiązują w nim takie, a nie inne prawa fizyczne (i nie tylko), a dodatkowo dlaczego pewne stałe fizyczne przyjmują takie, a nie inne wartości?

563 Oprócz tego Barbour chciałby, aby ludzkość uwolniła się od tzw. presji czasu. On sam, jak przyznaje w wywiadach, nie chce całkowicie porzucić egzystencjalnego doświadczenia życia w strumieniu czasu. Poza tym nie da się tego zrobić w pełni. Niemniej poprzez uświadomienie sobie ułudy owego doświadczenia – czyli tego, że w rzeczywistości nic upływa

pozbycie się czasu z fizyki ma pozwolić na pokonanie wszystkich problemów na drodze ku zbudowaniu kwantowej teorii grawitacji, gdyż to właśnie owe nieprzekraczalne różnice w strukturach opisujących czas w ogólnej teorii względności oraz w mechanice kwantowej mają być odpowiedzialne za nie-
możność zbudowania teorii ostatecznej, opisującej całość Wszechświata.

Na potwierdzenie aczasowości Wszechświata przytacza Barbour kilka argumentów. Pierwszy z nich dotyczy praw fizyki klasycznej. Większość z nich jest bowiem niezmiennicza względem czasu, to znaczy działają równie dobrze, jeżeli odwróci się normalny, znany z doświadczenia potoczny, bieg czasu w równaniach⁵⁶⁴. Drugim potwierdzeniem słuszności jego koncepcji ma być zasada Macha, w której postuluje się, że do określenia struktury czasoprzestrzeni wystarczy tylko znajomość rozkładu mas w niej obecnych. Wszystkie zdarzenia we Wszechświecie powinny być określane tylko i wyłącznie przez materię we Wszechświecie zawartą⁵⁶⁵. A skoro czas ma nie należeć do materialnej zawartości świata, to zasada Macha nie przewiduje dla niego miejsca⁵⁶⁶. Trzecim argumentem na rzecz koncepcji Platonii ma być tzw. statyczna funkcja falowa Wszechświata, opisywana poprzez równanie Wheelera–DeWitta⁵⁶⁷. Owo równanie pozwala na opis stanów Wszechświata i jego ewolucji. Jednakże owo równanie posiada bardzo ciekawą i pożądaną – z punktu widzenia postulatów wysuwanych przez Barboura – właściwość. Chodzi o to, że funkcja falowa Wszechświata, modelowana

czasu nie odpowiada, wszak czas jako coś realnego nie istnieje – mamy zwrócić się bardziej ku chwili obecnej. Barbour marzy o tym, aby ludzkość w większym stopniu kultywowała postawę *carpe diem*, zamiast postawy ciągłego rozpamiętywania przeszłości lub zastanawiania się nad tym, co nadejdzie.

⁵⁶⁴ Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 22; M. L. Hohol, dz. cyt., s. 117.

⁵⁶⁵ Chodzi tutaj o tzw. ontologiczne rozumienie zasady Macha. Oprócz ontologicznego można wyróżnić jeszcze formalne oraz fizyczne rozumienie owej zasady; zob. M. Heller, *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, dz. cyt., s. 152–153.

⁵⁶⁶ Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 65–67; por. też: M. L. Hohol, dz. cyt., s. 119.

⁵⁶⁷ „Falowa funkcja wszechświata winna spełniać równanie różniczkowe analogiczne do równania Schrödingera. Równaniem tym jest równanie Wheelera–DeWitta. Mimo że odgrywa ono rolę podobną do roli równania Schrödingera w mechanice kwantowej, jest od tego ostatniego istotnie różne. Równanie Schrödingera opisuje bowiem ewolucję funkcji falowej w czasie, ale jak może ewoluować funkcja falowa określona na wszystkich możliwych stanach wszechświata? Wszystkie możliwe stany wszechświata nie istnieją w czasie. Funkcja falowa wszechświata nie ma względem czego ewoluować”, M. Heller, *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, Kraków: Universitas, 2008, s. 92–93.

za pomocą tego równania, nie zależy od czasu⁵⁶⁸. Oznacza to, że równanie Wheelera–DeWitta jest w pewnym sensie „nieczułe” na czas. Sam czas zaś na poziomie kwantowym nie może być traktowany jako zewnętrzny parametr, który numeruje następujące po sobie stany Wszechświata, lecz jest uwikłany probabilistycznie w strukturę Wszechświata. Oznacza to, że stany Wszechświata następują po sobie nie według koniecznego następstwa (co byłoby podstawą do określenia globalnej strzałki czasu), lecz że układanie się owych stanów Wszechświata w ciągi następuje za sprawą pewnych praw probabilistycznych⁵⁶⁹. Barbour w swoim alternatywnym opisie Wszechświata stara się również uwzględnić owo prawdopodobieństwo.

Oczywiście pod adresem samego równania Wheelera–DeWitta są wysuwane różnorakie zarzuty. Barbour zwraca uwagę na trzy. Po pierwsze, uważa się równanie Wheelera–DeWitta za niepoprawne, po drugie – za nieudowodnione, a po trzecie wreszcie – wielu badaczy kwestionuje sens fizyczny, w jaki można by „ubrać” owo równanie w trakcie jego interpretacji⁵⁷⁰. Jednakże tego typu zarzuty wysuwane są w stosunku do większości innych propozycji, mających na celu połączenie ogólnej teorii względności z mechaniką kwantową, gdyż za taką próbę połączenia formalizmów obydwu tych teorii można uznać również model Wszechświata oparty właśnie na równaniu Wheelera–DeWitta⁵⁷¹. Co więcej, równanie Wheelera–DeWitta było, po prostu, wśród fizyków mniej popularne niż np. teoria superstrun, a to również wiązało się z innym traktowaniem (czyt. mniej poważnym) koncepcji Wszechświata mającego własności opisywane za pomocą równania Wheelera–DeWitta. Poważne potraktowanie owego równania daje możliwość uzgodnienia go, oczywiście przy pewnej jego interpretacji, z koncepcją Platonii⁵⁷².

⁵⁶⁸ Por. tamże, s. 93.

⁵⁶⁹ Por. M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 54.

⁵⁷⁰ „[The Wheeler–DeWitt equation] is controversial in at least three respects. First, many experts believe that the very derivation of the equation is flawed – that it was obtained by an invalid procedure. Second, the equation is not yet even properly defined, as there are still many technical difficulties to be overcome. In fact, it is more properly regarded as a conjecture: a tentative proposal for an equation that is not yet proved. And third, the experts argue interminably over what meaning it might have and whether it can ever be promoted to the status of a bona fide equation”, J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 38–39.

⁵⁷¹ „However, there is no doubt that the [Wheeler–DeWitt] equation reflects and unifies deep properties of both quantum theory and general relativity”, tamże, s. 39.

⁵⁷² „All I want to say about the Wheeler–DeWitt equation is that if one takes it seriously and looks for its simplest interpretation, the picture of the universe that emerges is like the

Barbour używa pewnego „dydaktycznego modelu”, dzięki któremu stara się zobrazować to, czym jest Wszechświat Platonii. Posługuje się w tym celu konstrukcją wyimaginowanego wszechświata zawierającego tylko trzy ciała, w którym względne położenia tych ciał (czyli każde *Now*) można przedstawić za pomocą trójkąta (stąd też nazwa owego uniwersum – *Triangle Land*)⁵⁷³. Barbour przedstawia owo uniwersum jako trójwymiarową przestrzeń, w której poszczególne jej punkty reprezentują jeden z możliwych trójkątów, a każdy z trójkątów jest reprezentacją jednego względnego wzajemnego położenia trzech ciał⁵⁷⁴. Całe *Triangle Land* zatem jest przestrzenią możliwych konfiguracji dla owych trzech ciał⁵⁷⁵. Oczywiście w tym uniwersum trzech ciał, każdy trójkąt wchodzący w jej skład musi spełniać podstawowe zależności geometryczne, np. suma długości dwóch boków musi być równa lub większa od długości trzeciego boku. Dlatego też przestrzeń możliwych stanów układu tworzy swego rodzaju ostrosłup, czy też odwróconą piramidę⁵⁷⁶.

Oczywiście, nie wszystkie punkty z przestrzeni *Triangle Land* należą do obszaru zajmowanego przez ostrosłup (piramidę). Obrazuje to wspomnianą już konieczność, aby trójkąty będące elementami *Triangle Land* spełniały pewne podstawowe własności geometryczne. Punkty leżące wewnątrz ostrosłupa (piramidy) reprezentują wszystkie możliwe trójkąty (czyli sposoby wzajemnego położenia trzech ciał). Krawędzie oraz wierzchołki ostrosłupa reprezentują również pewne specyficzne konfiguracje owych trzech ciał, które odpowiadają trójkątom o wyjątkowych (uznawanych czasami za patologiczne) kształtach. Punkty na zewnątrz ostrosłupa reprezentują trójkąty niemożliwe, czyli np. takie, w których suma długości dwóch boków jest mniejsza niż długość trzeciego boku⁵⁷⁷. Ale to nie wszystko. Można dokonać kolejnego uproszczenia w tym schemacie. Poszczególne przekroje ostrosłupa

contents of the Timeless Theory bag”, tamże.

⁵⁷³ Owo uniwersum trzech ciał odpowiada Newtonowskiemu układowi trzech mas w pustej przestrzeni. Przy czym świat Newtonowski jest opisywany przez klasyczną teorię posługującą się pojęciami czasu i przestrzeni (*Current Theory*). Zaś *Triangle Land* ma być opisywane za pomocą teorii aczasowej (*Timeless Theory*); zob. tamże, s. 35–36.

⁵⁷⁴ Zob. tamże, s. 41.

⁵⁷⁵ „An obvious possibility is just to consider the triangles formed by the three particles, each triangle representing one possible relative arrangement of this particles. [...] We can model the totality of *Nows* for this universe by the totality of triangles”, tamże, s. 40.

⁵⁷⁶ Zob. tamże, s. 42.

⁵⁷⁷ „Therefore, points in the »room« for which one coordinate is larger than the sum of the other two do not correspond to possible triangles”, tamże.

przeprowadzone wzdłuż jego wysokości obrazują zmianę odległości pomiędzy trzema ciałami. Barbourowi zaś chodzi głównie o poszczególne kształty trójkątów, gdyż to one mają reprezentować możliwe wzajemne położenia trzech ciał. Poza tym własności trójkątów z poszczególnych przekroji są takie same, niezależnie od ich bezwzględnej wielkości. Dlatego też opis wszechświata dla trzech ciał z ostrosłupa (*Triangle Land*) można zredukować do jednego przekroju, np. do samej podstawy owego ostrosłupa, która stanowi trójkąt. Barbour nadaje mu nazwę *Shape Space*⁵⁷⁸. Każdy punkt należący do owego trójkąta będzie obrazować możliwy kształt trójkąta tworzonego przez wzajemne położenia trzech ciał⁵⁷⁹.

Wśród pewnych specyficznych punktów (należących zarówno do *Triangle Land*, jak i do *Shape Space*) należy wyróżnić: wierzchołki *Shape Space* (odpowiada to wierzchołkom podstawy *Triangle Land*), krawędzie *Shape Space* (odpowiednio krawędzie podstawy *Triangle Land*) oraz środek trójkąta *Shape Space* i analogiczny do niego wierzchołek w *Triangle Land*. Wierzchołki w *Shape Space* obrazują przypadek, w którym jedno z ciał jest oddalone od dwóch pozostałych na tyle, że dwa pozostałe ciała zlewają się w jedno⁵⁸⁰. Z kolei krawędzie *Shape Space* (odpowiednio krawędzie podstawy stożka *Triangle Land*) można porównać do sytuacji, gdy dany trójkąt redukuje się do linii⁵⁸¹. Jest jeszcze trzeci – dość specyficzny punkt – mianowicie środek *Shape Space* lub analogicznie wierzchołek piramidy *Triangle Land*. Jest to tzw. punkt *Alfa*. W przestrzeni *Shape Space* obrazuje to trójkąt równoboczny – tylko w tym jednym punkcie występuje trójkąt o takich właściwościach. Zaś w przestrzeni *Triangle Land* punkt *Alfa* odpowiada sytuacji, kiedy to trzy ciała stają się (lub też są) jednym ciałem (zaś trójkąt redukuje się do punktu). Punkt *Alfa* można uznać za punkt szczególny dla całego uniwersum trzech ciał. Może stanowić punkt analogiczny do tego, jaki w naszym Wszechświecie pełni Wielki Wybuch – stanowić pewien punkt początkowy, od którego można starać się odtworzyć historię danego wszechświata.

⁵⁷⁸ Zob. tamże, s. 74–75.

⁵⁷⁹ Zob. tamże, s. 73.

⁵⁸⁰ „Each of the three vertices of *Shape Space* correspond to configurations in which two particles coincide, while the third is some distance from them”, tamże.

⁵⁸¹ „Let me remind you that all the points on the straight edges of *Shape Space* correspond to triangles that have become »flat« because all three corners of each of these triangles are collinear (on one line)”, tamże.

Punkt *Alfa* jest również punktem najbardziej symetrycznym w całej *Shape Space*, a więc i w całej Platonii⁵⁸².

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę, że wszystkie istotne właściwości uniwersum trzech ciał daje się wyprowadzić z własności geometrycznych przestrzeni *Shape Space*. Badając własności owej przestrzeni, możemy wyprowadzić wszystkie interesujące nas własności dotyczące obiektów stanowiących ten dany wszechświat. Jest to zgodne z postulatem dotyczącym sposobu uprawiania kosmologii jako nauki teoretycznej. Chodzi mianowicie o to, że opis danego wszechświata będzie polegał wyłącznie na badaniu określonych struktur matematycznych, bez potrzeby odwoływania się do czegoś zewnętrznego w stosunku do owej struktury i jej geometrycznych własności⁵⁸³. Nie ma potrzeby odwoływać się do innych struktur, zewnętrznych względem *Now*, i poza przestrzeń możliwych konfiguracji określonej przez Barboura pojęciem „Platonii”⁵⁸⁴. Jeżeli teraz ów ideał przeniesie się z poziomu eksperymentów myślowych⁵⁸⁵, na poziom badania naszego Wszechświata, to oznaczać to będzie, że wszystkie informacje o stanie naszego Wszechświata powinny być zawarte w Platonii. Wszystkie cechy znanego nam Wszechświata oraz ich wytłumaczenie mają być zawarte w owej statycznej, nieruchomej i aczasowej przestrzeni, jaką jest Platonia. Oczywiście doprowadzenie do przekształcenia koncepcji Platonii w pełnoprawną teorię fizyczną jest tak samo odległe, jak w przypadku innych, opisanych w tym rozdziale modeli – czyli zaproponowanych przez Hawkinga i Hartle’a Wszechświata bez brzegów, a także będącego dziełem Hellera i Sasina Wszechświata nieprzemiennej.

Wracając teraz do najistotniejszego zagadnienia, czyli problemu czasu, należy stwierdzić, że w Platonii nie ma ani czasu, ani ruchu, ani jakiegokolwiek zmiany. Michał Heller w swojej książce *Kosmologia kwantowa* stwierdza, że wraz z przekroczeniem przez Wszechświat progu Plancka⁵⁸⁶ „wyłania się

582 Należy oczywiście utożsamić przestrzeń *Shape Space* właśnie z Platonią, co Barbour mocno podkreśla; zob. tamże, s. 74–75.

583 Zob. tamże, s. 75.

584 Por. M. L. Hohol, dz. cyt., s. 116.

585 Modele *Triangle Land* oraz *Shape Space* należy traktować w kategorii eksperymentu myślowego, co czyni również sam Barbour.

586 Wszechświat może przekroczyć próg Plancka w dwojaki sposób. Albo można mówić o jego ewolucji od Wielkiego Wybuchu, i wtedy następuje moment, gdy Wszechświat jako całość swymi rozmiarami przekracza ów próg. Druga możliwość następuje wtedy, gdy w badaniu struktury Wszechświata schodzi się na coraz niższe poziomy rzeczywistości.

deterministyczna ewolucja z czasem jako zewnętrznym parametrem”⁵⁸⁷. Na poziomie fundamentalnym zaś wydaje się, że czasu nie ma, że – po prostu – czas globalny na tym poziomie rzeczywistości nie istnieje. W innej publikacji Hellera można znaleźć następujące wyjaśnienie takiego stanu rzeczy: „Funkcja falowa wszechświata [w równaniu Wheelera–DeWitta] zależy od różnych parametrów charakteryzujących możliwe stany wszechświata, a równanie Wheelera–DeWitta opisuje zmienność funkcji falowej wszechświata względem tych wszystkich parametrów. Czas okazuje się korelacją pomiędzy niektórymi z nich. A więc nie ma tu zewnętrznego (względem wszechświata) czasu, którym można by było odmierzać zmienność kosmosu”⁵⁸⁸. I za taką interpretacją równania Wheelera–DeWitta opowiada się również sam Barbour. Można odszukać tu analogię pomiędzy owymi „korelacjami” a „konfiguracjami” – czyli poszczególnymi *Nows*, o których mówi autor *The End of Time*. Przy czym należy podkreślić, że w przeciwieństwie do modeli Hellera–Sasina oraz Hawkinga–Hartle’a, w modelu Barboura struktura czasoprzestrzenna nie pojawia się w momencie, gdy Wszechświat przekracza próg Plancka. Również czas, jako taki, się nie pojawia. Jednakże – o czym była już mowa – nie możemy zupełnie odciąć się od naszego doświadczenia, od naszych dotychczasowych pojęć, wyników nauk czy wręcz sposobu myślenia. Cały wachlarz pojęć związanych z czasem, ruchem oraz zmianą wciąż domaga się wyjaśnienia. Dlaczego, skoro nie są one realne, wykorzystujemy owe pojęcia? A co gorsza, oczywiście z punktu widzenia Barboura, tworzone przez nas obecnie i w przeszłości teorie naukowe również dobrze funkcjonują, gdy używa się w nich pojęć czasu, ruchu oraz zmiany. Na przykład same dwa chwilowe położenia (dwa *Now*) nie są wystarczające do odtworzenia historii danego układu dynamicznego. Niezbędna wydaje się również znajomość odległości w czasie pomiędzy tymi dwoma *Now*. Zaś według Barboura należy dążyć do tego, aby historię danego układu można było odtworzyć wyłącznie za pomocą danych zawartych w *Nows*⁵⁸⁹. Autor *The End of Time* jasno stwierdza, że zarówno czas, jak i ruch można wyprowadzić ze stanów rzeczy. W każdym *Now* powinno się móc znaleźć wszystko to, co człowiek rozumie pod pojęciami czasu, zmiany, ruchu czy wreszcie pod pojęciem historii. Dla Barboura

Poziom progu Plancka, i poniżej, jest cały czas dostępny, cały czas jest obecny w strukturze Wszechświata; zob. M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 134–136.

587 M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 54.

588 M. Heller, *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, dz. cyt., s. 93.

589 Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 107–109.

historią danego układu, czy też danego wszechświata jest dowolna krzywa, możliwa do wyznaczenia w przestrzeni możliwych konfiguracji. Wybierając dwa dowolnie mało różniące się punkty owej przestrzeni (czyli dwa *Now*), można wyznaczyć „drogę” przejścia z jednego punktu (*Now*) do drugiego poprzez porównanie ze sobą wewnętrznej struktury każdego z nich⁵⁹⁰. Owa „droga” jest właśnie tym, co w klasycznym ujęciu określa się jako historię danego wszechświata. Oczywiście cała historia Wszechświata obejmuje o wiele więcej niż tylko dwa dane punkty Platonii. Wybierając konkretny punkt na danej krzywej w Platonii, a następnie przechodząc do kolejnych punktów owej krzywej, można prześledzić całą historię tego wszechświata (oczywiście jeżeli się będzie podążać we właściwym kierunku owej krzywej, zgodnym np. z naszą pamięcią). Zaś w samej krzywej, jak i w całej Platonii, nie ma niczego, co determinowałoby kierunek zachodzenia zdarzeń, czyli w tym przypadku kierunek przechodzenia od jednego punktu Platonii do drugiego. Każdą krzywą AB w Platonii można rozpatrywać również jako krzywą BA. Nie ma tu żadnych różnic. Odpowiada to wspomnianej już symetryczności praw mechaniki klasycznej.

Co prawda Barbour nie widzi potrzeby, aby wspomniane wyżej pojęcia czasu, ruchu i zmiany wprowadzać do opisu samej struktury Wszechświata, niemniej siłą jego koncepcji ma być również to, że można odtworzyć klasyczny obraz świata z aczasowej Platonii. Można w niej wyróżnić to, co określamy jako historię Wszechświata, ale także pewne struktury, które odpowiadają za to, że wydaje nam się, że świat jest właśnie taki, jakim go widzimy. Prezentacją struktur, które odpowiadają za „istnienie” czasu w aczasowym Wszechświecie Platonii, zajmę się w następnym rozdziale. Można w tym miejscu powiedzieć, że istnienie czasu w takiej postaci, jaką znamy z nauki oraz z naszego doświadczenia, wymaga dwóch czynników, z których ten drugi okaże się być, tak naprawdę, pewną specyficzną formą pierwszego czynnika. A tym czynnikiem są „kapsuły czasu”. Na temat tego, czym są owe kapsuły czasu, a także na temat tego, w jaki sposób za ich sprawą możemy „wytwarzać” znany nam z naszego doświadczenia oraz fizyki czas, będzie mowa w następnym rozdziale w podrozdziale poświęconym elementom fundującym czas w tym oraz w innych omawianych w niniejszej pracy modelach.

590 Zob. J. Barbour, *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, dz. cyt., s. 406.

ROZDZIAŁ 4

IMPLIKACJE ONTOLOGICZNE ACZASOWYCH MODELI WSZECHŚWIATA

Ostatni rozdział niniejszej pracy będzie poświęcony trzem kwestiom. Po pierwsze, spróbuję pokazać, że w każdym z prezentowanych w poprzednim rozdziale modeli można znaleźć pewne elementy, z których da się „odzyskać”, czy też „wyprowadzić”, dobrze nam znany z innych teorii fizycznych czas⁵⁹¹. Owe elementy posiadają pewne własności, które przy założeniu, że można je zinterpretować jako własności Wszechświata poniżej progu Plancka, mogą posłużyć za źródło informacji o naturze tego, z czego powstaje klasycznie rozumiany czas i tym samym również stanowić źródło informacji o naturze czasu jako takiego. Pozwoli to przejść do zagadnienia, które będzie rozważane w drugiej kolejności, a mianowicie do pytania, w jaki sposób należy podchodzić do twierdzenia o realności czasu. Czy twierdzenie o tym, że czas istnieje realnie, jest założeniem, czy też może właśnie jest wnioskiem, do którego należy się skłaniać na podstawie ukazanych elementów fundujących czas⁵⁹²? W zasadzie więc omawiany problem będzie się sprowadzał do próby określenia „siły ontologicznej” owych elementów. To oczywiście prowadzi ku zagadnieniu „siły ontologicznej” całego modelu, w którego ramach dane elementy fundujące czas się pojawiają. To z kolei zaś wiąże się z zagadnieniem ontologii postulowanych przez teorie fizyczne i ich relacją do świata realnego. Oczywiście chciałbym skupić się tylko na jednym aspekcie tego zagadnienia, czyli na aspekcie związanym z czasem. Dlatego też ostatni podrozdział niniejszej pracy będzie poświęcony trzeciemu zagadnieniu, którym będzie zagadnienie znaczenia ontologii teorii fizycznych dla metafizyki czasu.

591 Chodzi o teorie opisujące Wszechświat powyżej progu Plancka.

592 W kontekście poglądów Barboura wydaje się, że w przypadku proponowanej przez niego koncepcji, należy się skłaniać raczej ku twierdzeniu, że czas nie istnieje realnie.

4.1 ELEMENTY FUNDUJĄCE CZAS W PRZEDSTAWIONYCH MODELACH

W pierwszym z analizowanych modeli, czyli w modelu Wszechświata bez brzegów, czas występujący na poziomie Plancka, czyli czas urojony, jest nieodróżnialny od przestrzeni, a więc staje się jednym z wymiarów przestrzennych czterowymiarowej rzeczywistości, opisywanej przez metrykę Euklidesa. Taka zamiana w równaniach jest dobrze znaną techniką rachunkową, wykorzystywaną w teorii kwantów. Pomagała ona rozwiązać pewne problemy w zwykłej mechanice kwantowej. Fizycy na końcu obliczeń powracają do zwykłej interpretacji, w której są jeden wymiar czasowy i trzy – jak podkreśla Barrow – jakościowo różne wymiary przestrzenne⁵⁹³. „Radykalny charakter kwantowego podejścia do czasu polega na tym, że traktuje [się] czas naprawdę jak przestrzeń, w ostatecznym, kwantowo-grawitacyjnym fenomenie Wielkiego Wybuchu. [...] Kiedy przesuwamy się w czasie w stronę początku, wyróżniony charakter czasu rozmywa się i czas staje się nieodróżnialny od przestrzeni”⁵⁹⁴. W koncepcji Wszechświata bez brzegów czas nabiera normalnego dla nas charakteru w pierwszych chwilach po erze Plancka. Według Barrowa zabieg uprzestrzennienia czasu wprowadzili Hawking i Hartle dlatego, że bezczasowy kwantowy stan początkowy Wszechświata „wydaje się tak oszczędny i pozwala uniknąć osobliwości stanu początkowego”⁵⁹⁵. Autor *Krótkiej historii czasu*, opierając się na fizykalnie zinterpretowanej transformacji Wicka⁵⁹⁶, formułuje w następujący sposób swoje stanowisko ontologiczne na temat czasu. Po pierwsze, czas urojony jest co najmniej równoważny czasowi rzeczywistemu, używanemu w innych teoriach. Po drugie, uznaje się za konwencjonalne użycie w stosunku do czasu rzeczywistego określenia „rzeczywisty”, a w stosunku do czasu urojonego określenia „urojony”. Co więcej, czas urojony jest być może pojęciem bardziej podstawowym niż czas rzeczywisty, znany z klasycznych teorii fizycznych⁵⁹⁷. Po trzecie zaś, Hawking wysuwa przypuszczenie, że powinno się uznać za bardziej adekwatny od dotychczas stosowanych opis struktury Wszechświata postulowany w modelu Wszechświata bez brzegów, tj. za pomocą czterowymiarowej rzeczywistości

⁵⁹³ Zob. J. D. Barrow, *Początek Wszechświata*, dz. cyt., s. 133–134.

⁵⁹⁴ Tamże, s. 135.

⁵⁹⁵ Tamże.

⁵⁹⁶ Por. M. Heller, *Kosmologia kwantowa*, dz. cyt., s. 74–75.

⁵⁹⁷ Zob. S. W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, dz. cyt., s. 85.

Euklidesowej ze zwartą metryką⁵⁹⁸. Wobec powyższego należy z uwagą potraktować właściwości czasu urojonego.

Jedną z takich własności, związaną z tym, że czas urojony nie różni się niczym od przestrzeni, jest to, że nie ma istotnej różnicy między kierunkami upływu czasu urojonego. Hawking wręcz mówi o tym, że: „Jeśli ktoś wędruje naprzód w czasie urojonym, powinien móc zawrócić i powędrować wstecz”⁵⁹⁹. Zgadzałoby się to z większością praw fizykalnych, które również nie rozróżniają przeszłości od przyszłości⁶⁰⁰. Jednakże w czasie rzeczywistym obserwuje się istnienie dobrze określonej strzałki czasu. Zdarzenia przebiegają w kierunku od przeszłości ku przyszłości, a określają to trzy strzałki czasu, których istnienie przyjmuje Hawking. Chodzi o termodynamiczną, psychologiczną i kosmologiczną strzałkę czasu. Termodynamiczna strzałka czasu określana jest przez drugą zasadę termodynamiki, która stwierdza, że entropia układu izolowanego nigdy nie maleje. Psychologiczna zaś wyznaczana jest przez pamięć człowieka: pamiętamy przeszłość, a nie przyszłość. Z kolei kosmologiczna strzałka czasu związana jest z ekspansją Wszechświata. Dlaczego wszystkie trzy strzałki czasu wydają się mieć ten sam zwrot? I czemu w ogóle dobrze określona strzałka czasu istnieje? Hawking uważa, że można to wytłumaczyć przez odwołanie do warunku braku brzegów i zasady antropicznej⁶⁰¹.

W ramach modelu Wszechświata bez brzegów można wyjaśnić termodynamiczną strzałkę czasu. Zgodnie z modelem, który obrazuje diagram połączenia czterowymiarowej sfery Euklidesowej z obszarem Lorenzowskim i metryką de Sittera, na samym początku ekspansji Wszechświat był gładki i jednorodny, ale tylko w granicach wyznaczonych przez zasadę nieoznaczoności⁶⁰². Hawking stwierdza, że „gdy promień wszechświata jest mały, a zespolone rozwiązanie dla punktu siodłowego opisuje monotoniczną ekspansję, to amplitudy zaburzeń są niewielkie. To oznacza, że trajektorie odpowiadające różnym prawdopodobnym historiom wszechświata przechodzą przez bardzo mały obszar przestrzeni fazowej wtedy, gdy wszechświat

⁵⁹⁸ Zob. tamże, s. 89–90; S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 133.

⁵⁹⁹ Tamże, s. 135.

⁶⁰⁰ Zob. S. W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, dz. cyt., s. 93–94.

⁶⁰¹ Zob. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 136–137.

⁶⁰² Zob. S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 107–108.

jest mały. W miarę ekspansji wszechświata amplitudy niektórych zaburzeń narastają. [...] Gdy zaburzenia są już dostatecznie duże, ich dalsza ewolucja staje się nieliniowa. Objętość zajmowanej części przestrzeni fazowej się nie zmienia⁶⁰³. Zaburzenia dalej narastają. Trajektorie wypełniają coraz bardziej objętość zajmowanej przestrzeni fazowej, „elipsoida przechodzi w poplątany zbiór cienkich włókien”⁶⁰⁴. Wszechświat od stanu jednorodnego i gładkiego przechodzi do coraz mniej uporządkowanego, czyli entropia wzrasta. Oznacza to, że termodynamiczna strzałka czasu będzie wyznaczona. Nie zmieni ona kierunku nawet wtedy, gdy Wszechświat będzie, jak zakłada się w modelu Wszechświata bez brzegów, kurczył się w fazie kontrakcji. W ramach Lorenzowskiego kawałka diagramu, który obrazuje rozszerzanie się Wszechświata do ogromnych rozmiarów, a następnie jego kurczenie, funkcja zaburzeń pola nie jest tłumiona, gdy promień Wszechświata maleje. Faza kurczenia nie będzie prostym odwróceniem fazy ekspansji. Entropia będzie cały czas rosła, czyli z warunku braku brzegów wynika termodynamiczna strzałka czasu.

Jeśli chodzi o psychologiczną strzałkę czasu, Hawking w dość prosty sposób udowadnia, że skierowana jest ona w tę samą stronę co strzałka termodynamiczna. Wykorzystuje podobieństwo między pamięcią ludzką, a pamięcią elektroniczną, tzn. że zarówno człowiek, jak i komputer jest w stanie przechowywać informacje o stanach przeszłych, a nie przyszłych⁶⁰⁵. Na początku pamięć komputera jest w stanie nieuporządkowanym. Zapisanie w niej informacji powoduje, że przechodzi ona do stanu bardziej uporządkowanego. Jednakże ta operacja wymaga zużycia energii, która powiększa nieuporządkowanie we Wszechświecie. Zmniejszenie się entropii pamięci jest zawiązką rekompensowane na przykład przez rozproszenie energii, która była konieczna na wytworzenie ciepła, wyzwolonego podczas pracy komputera. Hawking podsumowuje swoją argumentację w następujący

603 S. W. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, dz. cyt., s. 87.

604 Tamże.

605 Zob. S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 138: „Będę zatem rozważał psychologiczną strzałkę komputera. Wydaje mi się, że możemy uznać za najzupełniej racjonalne założenie, iż jest ona taka sama, jak ludzka. Gdyby było inaczej, można by odnieść ogromny sukces na giełdzie, korzystając z komputera pamiętającego jutrzejsze ceny akcji”.

sposób: „Kierunek czasu, zgodnie z którym komputer pamięta przeszłość, jest ten sam, co kierunek wzrostu nieporządku, czyli entropii”⁶⁰⁶.

Teraz pozostaje tylko wyjaśnienie, dlaczego obie wyżej omówione strzałki czasu są zgodne z kosmologiczną strzałką. Gdy Wszechświat przejdzie od fazy ekspansji do fazy kontrakcji, wtedy strzałka kosmologiczna będzie niezgodna ze strzałką termodynamiczną i psychologiczną. „Dlaczego – pyta Hawking – żyjemy w okresie ekspansji, a nie kontrakcji?”⁶⁰⁷. Wyjaśnić ten fenomen można, według autora *Teorii wszystkiego*, na dwa sposoby, przy czym jeden sposób nie wyklucza drugiego, lecz raczej wzajemnie się one uzupełniają. Pierwszy sposób to odwołanie się do zasady antropicznej. Warunki, jakie będą panowały w okresie kurczenia się Wszechświata, nie będą sprzyjały życiu. Z pewnością większość gwiazd zdąży do tego czasu wypalić swoje paliwo, protony i neutrony zdążą się rozpaść na promieniowanie i lekkie cząstki. „Nie będzie istniała silna termodynamiczna strzałka czasu, gdyż nieporządek, osiągnąwszy niemal maksimum, nie będzie mógł znacząco wzrastać”⁶⁰⁸. Aby mogło trwać życie istot inteligentnych, niezbędna jest właśnie silna strzałka termodynamiczna. Ludzie, by przetrwać, „spożywają jedzenie, będące uporządkowaną formą energii, i zamieniają je w ciepło, będące formą nieuporządkowaną”⁶⁰⁹. Dlatego też nie ma możliwości, by ludzkość mogła istnieć w fazie kurczenia się Wszechświata. Dlatego obserwujemy zgodny kierunek wszystkich trzech strzałek czasu, gdyż w przeciwnym przypadku w ogóle nie moglibyśmy niczego obserwować, ponieważ byśmy nie istnieli. Drugi sposób wyjaśnienia, dlaczego czas wydaje się płynąć w jednym kierunku, odwołuje się do hipotezy – wysuwanej przez Rogera Penrose’a – dotyczącej zerowej krzywizny Weyla w pobliżu Wielkiego Wybuchu. Hawking nie zgadza się z tym, by owa krzywizna była rzeczywiście równa zeru w pobliżu Wielkiego Wybuchu⁶¹⁰, uważa, że

⁶⁰⁶ Tamże; zob. też: S. W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, dz. cyt., s. 97–98.

⁶⁰⁷ S. W. Hawking, *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 142.

⁶⁰⁸ Tamże.

⁶⁰⁹ Tamże.

⁶¹⁰ Według Hawkinga hipoteza zerowej krzywizny Weyla jest błędna z dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że nie jest CPT-niezmieniczna, a nie powinno się z tej symetrii rezygnować, gdy nie jest to absolutnie konieczne – według Hawkinga zaś nie ma takiej potrzeby w tym przypadku. Po drugie zaś, Hawking argumentuje, że jeżeli krzywizna Weyla byłaby równa dokładnie zero, wtedy też Wszechświat byłby zupełnie jednorodny i izotropowy oraz że pozostałby taki już na zawsze, czyli nie byłoby żadnych zaburzeń tej jednorodności.

w początkowej fazie ekspansji Wszechświata krzywizna Weyla była bardzo mała, choć nie zerowa. Poza tym, według Hawkinga, Penrose hipotezę o zerowej krzywiznie Weyla w pobliżu Wielkiego Wybuchu traktuje jako warunek brzegowy dla Wszechświata, co w opinii autora *Krótkiej historii czasu* stanowi błąd. Właściwym postępowaniem, według Hawkinga, będzie wprowadzenie oczekiwanej wartości krzywizny Weyla ze schematu pojęciowego opisującego Wszechświat na najbardziej fundamentalnym poziomie⁶¹¹. Właśnie w modelu Wszechświata bez brzegów występują tego typu zaburzenia metryki w stanie podstawowym „wokół połówki czterowymiarowej sfery Euklidesowej połączonej z połową Lorentzowskiego rozwiązania de Sittera”⁶¹². Są one na tyle niewielkie, na ile pozwala na to zasada nieoznaczoności Heisenberga. Następnie wraz z ewolucją Wszechświata owe zaburzenia krzywizny Weyla będą narastać, nawet wówczas, gdy Wszechświat bez brzegów wejdzie w fazę kontrakcji (będzie realizować scenariusz zamkniętego modelu Friedmanna). Dlatego też kosmologiczna strzałka czasu nie zmieni swego kierunku, a zatem upływ czasu będzie wciąż przebiegał w tym samym kierunku⁶¹³.

Pozostaje już tylko poszukać odpowiedzi na pytanie, skąd bierze się zmiana czasu urojonego na czas rzeczywisty, tzn. pod wpływem czego czas urojony zostaje zastąpiony, np. w równaniach Schrödingera, przez zwykły czas rzeczywisty. Odpowiedź wydaje się prosta. Chodzi o zmianę metryki, stanowiącej efektywny opis Wszechświata na danym etapie jego ekspansji. Gdy Wszechświat swymi rozmiarami przekracza próg Plancka, wtedy następuje zmiana metryki Euklidesa na metrykę związaną z Lorentzowskim rozwiązaniem de Sittera, zaś czas urojony zmienia się w klasyczny czas. Również „dziwna” aczasowa czterowymiarowa rozmaitość przechodzi w znaną nam z klasycznych teorii 3+1-wymiarową rozmaitość Minkowskiego. Wszechświat powyżej progu Plancka nabiera znanych nam właściwości. Również czas zaczyna wtedy płynąć w klasycznym tego słowa znaczeniu. Poniżej progu Plancka zaś czas był czymś w rodzaju parametru tła, na podobieństwo wymiarów przestrzennych. Niemniej to właśnie ów

Taki wszechświat z zerową krzywizną Weyla zatem zupełnie inaczej by wyglądał niż nasz Wszechświat; zob. S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 106–107.

⁶¹¹ Omówienie sporu pomiędzy Hawkingiem a Penrose’em w tym zakresie można znaleźć w: W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość*, dz. cyt., s. 202–204, 234.

⁶¹² S. W. Hawking, R. Penrose, *Natura czasu i przestrzeni*, dz. cyt., s. 108.

⁶¹³ Zob. tamże, s. 109–110.

uprzestrzenniony czas oraz proces zmiany metryki, odzwierciedlający ekspansję Wszechświata od Wielkiego Wybuchu aż do chwili obecnej, wydają się być źródłem czasu.

Poszukiwanie elementów, które w modelu Wszechświata nieprzemiennego mogą posłużyć za tworzywo dla czasu, może wydawać się paradoksalne. W poprzednim rozdziale, w którym model Hellera–Sasina został zaprezentowany, bardzo wyraźnie zostało powiedziane, że poniżej progu Plancka opisywanego w kategoriach geometrii nieprzemiennej zarówno pojęcie przestrzeni, jak i pojęcie czasu nie występują. W modelu reżimu nieprzemiennego Wszechświat poniżej progu Plancka jest aprzestrzenny i aczasowy. Czy zatem jest sens szukać w tym modelu elementów mających stanowić źródło czasu? Jak się jednak okaże, z elementów tworzących przestrzeń nieprzemienną, mającą być modelem dla Wszechświata poniżej progu Plancka, można skonstruować „coś”, co można uznać za odpowiednik, dobrze znanego z fizyki makroskopowej, czasu.

Sami autorzy koncepcji Wszechświata nieprzemiennego, w artykule pt. *Wyłanianie się czasu*, dość dokładnie wyjaśniają to zagadnienie⁶¹⁴. Choć należy od razu zaznaczyć, że ich motywacja jest inna niż autora niniejszej pracy. Hellerowi i Sasinowi chodzi przede wszystkim o to, aby ugruntowywać model reżimu nieprzemiennego, gdyż, jak sami przyznają, ich propozycja połączenia mechaniki kwantowej z ogólną teorią względności stanowi na razie bardziej roboczą hipotezę niż gotową teorię, mogącą pełnić rolę kandydatki na kwantową teorię grawitacji. Ich „schemat” może się stać kwantową teorią grawitacji pod warunkiem rozszerzenia zastosowań owego schematu do coraz to większej grupy zagadnień⁶¹⁵. Wydaje się, że omawiany artykuł autorstwa Hellera i Sasina zmierza w tym kierunku. W mojej ocenie jednym z etapów procesu rozszerzania zastosowań modelu reżimu nieprzemiennego może być, poparte odpowiednimi dowodami formalnymi, przedstawienie tego, w jaki sposób Wszechświat przechodzi z poziomu Plancka do kolejnego etapu swojej ewolucji. Na poziomie opisu odpowiadać to będzie przejściu od geometrii nieprzemiennej (opisującej przestrzeń nieprzemienną, jaką ma być Wszechświat poniżej progu Plancka) do zwyczajnej geometrii czasoprzestrzeni (opisującej dobrze nam znany Wszechświat, np. z ogólnej teorii względności). Jednocześnie ważne jest, aby nowa teoria, w tym przypadku

⁶¹⁴ Zob. M. Heller, W. Sasin, *Emergence of Time*, „Physics Letters A” 250(1998), 48–54.

⁶¹⁵ „It is a scheme rather than a full theory since some of its main ingredients, such as the group of fundamental symmetries, remain unspecified; their choice being left for future developments”, tamże, s. 48.

połączenie mechaniki kwantowej z ogólną teorią względności, była zdolna do przekształcenia się w każdą z teorii składowych (oczywiście przy pewnych specyficznych warunkach, np. gdy siły grawitacji są na tyle małe, że można je pominąć w rozważaniach⁶¹⁶). Zarówno w mechanice kwantowej, jak i w ogólnej teorii względności mamy do czynienia z czasem. Dlatego też, jeżeli autorom modelu Wszechświata nieprzemiennego udałooby się udowodnić (a przynajmniej pokazać), że istnieje możliwość wyprowadzenia zwykłego czasu z aczasowego formalizmu ich modelu, wtedy całość ich koncepcji zyskałaby na wiarygodności. Co więcej, Heller i Sasin nie podzielają podejścia prezentowanego m.in. przez Carlo Rovelliego, a w niniejszej pracy reprezentowanego przez Juliana Barboura, w którym to podejściu postuluje się, aby czas został całkowicie usunięty nie tylko z teorii mających opisywać Wszechświat poniżej progu Plancka, lecz w zasadzie z całej fizyki⁶¹⁷. Dlatego też należy uznać, że również dla conceptualnej spójności modelu Wszechświata nieprzemiennego jego autorzy powinni starać się pokazać, w jaki sposób z nieprzemiennego aczasowego reżimu poniżej progu Plancka może wyłonić się struktura odpowiadająca czasowi, występującemu na innych poziomach organizacji Wszechświata. Zwłaszcza że autorzy modelu próbują przeanalizować zagadnienie, czy ich model Wszechświata nieprzemiennego posiada wewnętrzną dynamikę. Gdyby owej dynamiki brakowało, czyli Wszechświat nie byłby układem dynamicznym, to problematyczne stałyby się rozważania na temat jego ewolucji⁶¹⁸. Dlatego też, jeżeli Wszechświat ma pozostać układem dynamicznym, to również model reżimu nieprzemiennego powinien wytwarzać „nieprzemienną dynamikę”. W tym zakresie okazało się, że z tych samych elementów składowych, z których może wyłonić się czas, można również zbudować nieprzemienny odpowiednik równań dynamicznych dla Wszechświata⁶¹⁹. Ostatecznie więc poszukiwanie elementów fundujących czas w modelu Wszechświata

⁶¹⁶ Przykładowo Heller i Sasin mówią o tym, że nieprzemienny odpowiednik równania Schrödingera o postaci: $i\hbar\pi_q(v(a)) = [\pi_q(a), F]$ jest przekształcalny w swoją klasyczną postać w momencie, gdy siła grawitacji jest na tyle mała, że można ją pominąć w rozważaniach. A jak wiadomo, w klasycznym równaniu Schrödingera czas występuje; zob. tamże, s. 50, 52.

⁶¹⁷ Heller i Sasin przyznają zasługi Rovelliemu w zakresie prób ukazania, że można uprawiać fizykę bez pojęcia czasu; zob. tamże, s. 48.

⁶¹⁸ Dlatego też zwolennicy całkowitego usunięcia pojęcia czasu niejako automatycznie stawiają się w pozycji obrońców absolutnej statyczności Wszechświata. Taką postawę prezentuje Barbour w swoim modelu Wszechświata Platonii.

⁶¹⁹ Zob. tamże, s. 53; M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 116–119.

nieprzemienne okazuje się być jednym z działań koniecznych do tego, aby model ten mógł dołączyć, jako istotny element, do programu badawczego poszukiwania kwantowej teorii grawitacji oraz żeby zachował on swoją wewnętrzną konceptualną spójność. Jest to też zbieżne z jednym z celów prowadzonych przeze mnie rozważań. Dlatego też poniżej przedstawię wnioski, do jakich doszli autorzy modelu reżimu nieprzemiennego w kwestii tego, jakie elementy modelu reżimu nieprzemiennego mogą stać się elementami fundującymi czas.

Chciałbym od razu wskazać, na jakim poziomie będziemy się poruszali, gdy będzie mowa o budowaniu, czy też konstruowaniu pewnego następstwa, które zostanie przekształcone odpowiednio w „czas zależny od stanu”, a potem w „czas niezależny od stanu”. Chodzi tu o poziom algebr oraz pewnych działań przeprowadzanych na elementach owych algebr⁶²⁰. Heller i Sasin poprzez przeprowadzenie pewnych operacji formalnych na algebrze nieprzemiennej, która tworzy pewną nieprzemienią przestrzeń⁶²¹, odkrywają kolejne własności Wszechświata poniżej progu Plancka, w tym również elementy, z których można skonstruować: 1) pewien „substytut czasu”, a docelowo również 2) „czas”, który można interpretować jako odpowiednik dobrze nam znanego czasu, występującego w teoriach fizycznych XX wieku⁶²². Określenie tego, co dzieje się w modelu reżimu nieprzemiennego, a w zasadzie tego, co czynią autorzy modelu, aby z geometrii nieprzemiennej wyłonił się czas, sprowadza się do stwierdzenia, że w pewien sposób odwracają działania, które prowadzili po to, by swój model Wszechświata nieprzemiennego powołać do życia. Oczywiście nie chodzi o zabiegi formalne, będące wprost odwróceniem zabiegów uogólniających klasyczne pojęcia związane z czasoprzestrzenią ogólnej teorii względności, lecz bardziej o to, że Heller i Sasin, aby skonstruować czas, dokonują pewnych zabiegów, mających na celu zawężenie wyjściowej algebry nieprzemiennej. Polega to na zbudowaniu na algebrze wyjściowej A nowej algebry, będącej podalgebrą algebry wyjściowej A , która będzie stosowną algebrą von Naumanna $\mathcal{R}$ ⁶²³. Taką algebrę można

⁶²⁰ „In the following, we shall interpret α_i in terms of time, but we shall remain strictly within the algebraic approach”, M. Heller, W. Sasin, *Emergence of Time*, dz. cyt., s. 51.

⁶²¹ Utożsamianą w ich modelu z Wszechświatem poniżej progu Plancka.

⁶²² W tym miejscu mam na myśli te wszystkie teorie, w których występuje pojęcie czasu. Nie musi być to koniecznie absolutny czas mechaniki Newtonowskiej, ale również czas, jaki występuje w szczególnej i ogólnej teorii względności, czy też w mechanice kwantowej.

⁶²³ Stosuję notację użytą w omawianym artykule Hellera i Sasina.

zbudować poprzez działanie polegające na zbudowaniu ilorazu⁶²⁴ $A/N_{\omega q}$, gdzie $N_{\omega q}$ jest ideałem algebry A , zaś ωq jest odpowiednim stanem algebry A . Następnie, za pomocą twierdzenia Tomity–Tekasakiego, Heller i Sasin udowadniają, że owa algebra von Neumanna tworzy jednoparametrową grupę modułów⁶²⁵, czyli pewien ciąg elementów owej algebry $\mathcal{R}$. Ów ciąg można ponumerować jednym rosnącym parametrem, który z kolei interpretuje się właśnie jako czas. Przy czym należy pamiętać, że w tym przypadku tak skonstruowany czas jest „czasem zależnym od stanu”, czyli „istnieje tyle różnych czasów, ile jest różnych stanów naszej nieprzemiennej przestrzeni”⁶²⁶. Przypomina to trochę sytuację czasu w teorii względności, w której również w stosunku do czasoprzestrzeni teorii względności istnienie jednego czasu dla całego wszechświata jest raczej wyjątkową cechą naszego Wszechświata niż czymś spodziewanym⁶²⁷. Niemniej w modelu Hellera i Sasina „czas zależny od stanu” jest pierwszym śladem jakiegokolwiek uporządkowania czasowego. Powstaje ono poprzez opisane powyżej utożsamianie pewnych elementów wyjściowej algebry A ze sobą. Autorzy modelu mówią wręcz, że jest to wynik swego rodzaju zgrubnego przedstawienia (*coarse graining*⁶²⁸) wyjściowej przestrzeni nieprzemiennej⁶²⁹. W języku algebry „czas zależny od stanu” jest ostatecznie pewną podalgebrą wyjściowej algebry A .

Opisany wyżej „czas zależny od stanu” ma pewną znaczącą właściwość. Wraz z derywacjami wyjściowej algebry A jest on odpowiedzialny za dynamikę badanego układu, czyli w przypadku rozpatrywania modelu Wszechświata nieprzemiennego staje się on czymś współtworzącym dynamikę Wszechświata poniżej progu Plancka. Szczegółowe formalne rozpisanie tego procesu znajduje się w omawianym artykule Hellera i Sasina⁶³⁰. Warto w tym miejscu przytoczyć ostateczny wynik, czyli rów-

⁶²⁴ Jeżeli algebra nieprzemienna ($A = C_c^\infty(G, C)$) tworzy przestrzeń nieprzemienią, to iloraz $A/N_{\omega q}$ będzie tworzyć tzw. przestrzeń ilorazową: zob. M. Heller, W. Sasin, *Emergence of Time*, dz. cyt., s. 51.

⁶²⁵ Formalny dowód powyższego twierdzenia: zob. tamże.

⁶²⁶ M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 121.

⁶²⁷ Zob. tamże, s. 41–42.

⁶²⁸ To wyrażenie bywa również tłumaczone czasami jako „uziarnnienie” w znaczeniu uziarnienia danej przestrzeni; zob. W. P. Grygiel, *Stephena Hawkinga i Rogera Penrose’a spór o rzeczywistość*, dz. cyt., s. 140.

⁶²⁹ „a state dependent time flow emerges only in the process of a suitable coarse graining of the original space”, M. Heller, W. Sasin, *Emergence of Time*, dz. cyt., s. 52.

⁶³⁰ Zob. tamże, s. 53.

nanie dynamiki opisywanego przez geometrię nieprzemienią układu kwantowo-grawitacyjnego:

$$\hbar \frac{d}{dt} |t = 0(\alpha_t(\pi_{\omega q}(a))) = [\pi_{\omega q}(a), \bar{F}], \text{ gdzie } \bar{F} = \ln \Delta.$$

W tym równaniu wyrażenie α_t^{631} , które należy interpretować jako „czas zależny od stanu”, zastępuje „zwykły czas”. Skutkiem tego powyższe równanie jest równaniem „dynamiki zależnej od stanu”. A to powoduje, że, jak ujmuję to Michał Heller, „pojęciowo ciągle jeszcze znajdujemy się w zupełnie innym świecie”⁶³². Istnieje bowiem tyle różnych dynamik, ile jest różnych stanów Wszechświata nieprzemiennego.

Można jednakże spróbować dokonać dalszych przekształceń przedstawionego wyżej opisu struktury Wszechświata nieprzemiennego, aby odpowiadał on znanemu nam przemiennemu Wszechświatowi, jaki wyłania się po przekroczeniu progu Plancka. Wymaga to jednak skonstruowania pojęcia czasu, który nie byłby zależny od stanu badanej przestrzeni. Jest to możliwe poprzez wykonanie kolejnego utożsamienia pewnych elementów algebry wyjściowej A , a dokładnie poprzez znalezienie takiej relacji, która pozwoli na dokonanie kolejnego utożsamienia elementów wyjściowej algebry A , czyli w tym przypadku utożsamienia elementów algebry $\mathcal{R}$. Udaje się to dzięki wyodrębnieniu tzw. grupy unitarnej algebry A ⁶³³. Jeżeli uda się znaleźć taki automorfizm wewnętrzny w rozpatrywanej już algebrze von Neumanna $\mathcal{R}$, to można przy użyciu tej relacji utworzyć pewną grupę zewnętrzną automorfizmów $\text{Out}(\mathcal{R})$, która również stanowi pewną podalgebrę algebry $\mathcal{R}$, tym samym również podalgebrę algebry A . I teraz analogicznie jak w algebrze $\mathcal{R}$ czas zależny od stanu przyjmował postać α_t , tak w podalgebrze $\text{Out}(\mathcal{R})$ istnieje jednoparametrowa grupa $\tilde{\alpha}_t$, $t \in \mathbf{R}$ interpretowana jako czas niezależny od stanu⁶³⁴. Taka zmiana powoduje, że ów parametr nabiera właściwości zwykłego czasu. Oczywiście chodzi o właściwości czasu, jakie ma on w równaniach opisujących dynamikę danego układu badanego. Oznacza to,

631 Odwzorowanie $\alpha_t: \mathcal{R} \rightarrow \mathcal{R}, t \in \mathbf{R}$, wyznaczane przez $\alpha_t(b) = \Delta^{-it} b \Delta^{it}$, $b \in \mathcal{R}$; zob. tamże, s. 51.

632 M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 121.

633 Zob. M. Heller, W. Sasin, *Emergence of Time*, dz. cyt., s. 52.

634 Heller i Sasin tak to uzasadniają [tłum. własne]: „Zgodnie z twierdzeniem Radona–Nikodyma dwa modułowe automorfizmy ω_1 i ω_2 w algebrze von Neumanna $\mathcal{R}$ są wewnętrznie równoważne. Dlatego też w konsekwencji jednoparametrowa grupa $\tilde{\alpha}_t$ nie jest zależna od wyboru stanu ω w $\mathcal{R}$ i może być $\tilde{\alpha}_t$ zinterpretowane jako niezależny od stanu kanoniczny czas w rozpatrywanej przestrzeni nieprzemiennej”, tamże.

że czas ów nie jest zależny od stanu całej przestrzeni, czyli tym samym można już mówić o jednym uporządkowaniu czasowym całego Wszechświata. Algebra $\text{Out}(\mathcal{R})$, na której ufundowany jest czas $\tilde{\alpha}$, jest jeszcze bardziej zgrubną reprezentacją wyjściowej algebry A w porównaniu z algebrą, na której ufundowany jest czas zależny od stanu. Jeżeli mówimy o przestrzeni opisywanej przez ową algebrę $\text{Out}(\mathcal{R})$, to również można powiedzieć, że owa przestrzeń jest jeszcze bardziej rozmytym obrazem wyjściowej przestrzeni nieprzemiennej. A więc Wszechświat, w którym jest opisany czas $\tilde{\alpha}$, jest swego rodzaju „widokiem z góry” na podstawową przestrzeń nieprzemiennej. Można wysunąć przypuszczenie, że tego typu przestrzeń jest już zbliżona do przestrzeni opisywanej przez centrum wyjściowej algebry nieprzemiennej A . To centrum opisuje przestrzeń przemiennej (gdyż centrum każdej algebry, również nieprzemiennej, jest zawsze algebrą przemiennej), czyli znaną nam czasoprzestrzeń ogólnej teorii względności – z czasem oraz z osobliwościami. W każdym razie istnienie czasu, ostatecznie, jest efektem przechodzenia od reżimu nieprzemiennej do zwykłej przemiennej geometrii czasoprzestrzeni⁶³⁵.

W ostatnim z analizowanych modeli, czyli w modelu Wszechświata Platonii, poszukiwanie elementów fundujących czas chciałbym poprzedzić następującą uwagą wstępną: czas w modelu Barboura będzie zawsze czymś nierealnym. Nierealność czasu występuje nawet pomimo tego, że dzięki specyficznej ontologicznej strukturze rzeczywistości mamy świadome doświadczenia, mówiące nam o tym, że czas jest czymś realnym, a także, że klasyczne teorie fizyczne dobrze opisujące świat makroskopowy, ale również świat na poziomie mega (ogólna teoria względności), również posługują się w swych najszerzej rozpowszechnionych sformułowaniach pojęciem czasu, który ma być jednym z konstytutywnych elementów struktury Wszechświata. Dlatego też Barbour postuluje zmianę owych sformułowań teorii na takie, w których czas nie będzie traktowany jako coś realnego. Chodzi przede wszystkim o usunięcie tak rozumianego pojęcia czasu ze schematów pojęciowych wyżej wymienionych teorii. Czas jest wyłącznie abstraktem wytworzonym, na bazie realnie istniejących bytów, z realnie istniejących *Now* (będących „chwilowymi” konfiguracjami wszystkich części tworzących Wszechświat). Platonia, będąca swego rodzaju przestrzenią fazową wszystkich możliwych *Nows*, sama w sobie jest czymś absolutnie statycznym i aczasowym – była już o tym mowa w rozdziale prezentującym ową koncepcję. W każdym *Now* istnieją jednak pewne struktury, które Barbour określa jako „kapsuły czasu”.

⁶³⁵ Zob. tamże, s. 53; M. Heller, *Początek jest wszędzie*, dz. cyt., s. 122.

Kapsułą czasu jest każdy statyczny układ materii, jawiący się jako spójny zapis pewnego procesu, który miał zajść w przeszłości i którego przebieg jest zgodny z obowiązującymi prawami⁶³⁶. Barbour próbuje przybliżyć ideę kapsuł czasu, używając do tego dwóch analogii. Po pierwsze, kapsuły czasu przypominają malowidło, na którym zostało coś tak namalowane, że tworzy to wrażenie ruchu. Po drugie, kapsuły czasu mają zawierać swego rodzaju „zapisy” pewnych procesów. Z tych zapisów próbuje się odtwarzać ich przebieg. Zapisy te sprawiają oczywiście tylko pozór czegoś, co miałoby być procesem dziejącym się w czasie, czy też stanowiącym jakąś historię. Taką funkcję pełnią dla geologów skamieniałości. W innych dziedzinach nauki, ale również i w innych dziedzinach życia, za przykład tego typu zapisów mogą posłużyć: wszelakiego rodzaju protokoły, relacjonujące przebieg jakiegось postępowania (np. ze spotkania, dokumentacja medyczna itd.), utrwalone obserwacje astronomiczne, fotografie, czy wreszcie opisy warunków początkowych i końcowych eksperymentów wykonanych w laboratoriach. Przy czym zawsze ów zapis, sam w sobie, będzie czymś statycznym, czymś, co ma dawać wrażenie ruchu, zmiany lub też sprawiać wrażenie, że coś przemija, gdyż kapsuły czasu, będąc pewnymi podzbiorami *Now*, nie są niczym więcej jak tylko pewnym statycznym układem cząstek⁶³⁷.

Kapsuły czasu dla naszego umysłu stanowią źródło przekonania o istnieniu czasu, a także o istnieniu ruchu oraz wszelkiej innej zmiany we Wszechświecie. Iluzja czasu jako czegoś realnego nie ogranicza się jednak wyłącznie do naszego doświadczenia, ale również „promieniuje” na inne dziedziny naszego poznania, w ostateczności zaś ujawnia się również w teoriach naukowych. W budowanym na bazie aktów poznawczych człowieka obrazie świata, wspomaganym przez wyniki badań z zakresu nauk przyrodniczych, dochodzi ostatecznie do tego, że staramy się wytworzyć teoretyczny opis Wszechświata zgodny z powstałym na bazie kapsuł czasu iluzorycznym obrazem rzeczywistości, w której czasowość (czy też czas) ma być czymś realnym. Co więcej, również na poziomie wyników eksperymentów można znaleźć kapsuły czasu, które wydają się wzmacniać ową iluzję na terenie badań naukowych. Tymi kapsułami mają być właśnie zmagazynowane dane o przebiegu owych eksperymentów.

636 „Any static configuration that appears to contain mutually consistent records of processes that took place in a past in accordance with certain laws may be called a time capsule”, J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 31.

637 Zob. tamże, s. 30–31.

Barbour próbuje pokazać również, w jaki sposób iluzja czasu pojawia się w umyśle człowieka, między innymi w jego świadomości, a także również w jego innych aktach poznawczych. W stosunku do ludzkiego umysłu Barbour zakłada w punkcie wyjścia szeroko rozumiany paralelizm psychofizyczny, według którego pewne stany i czynności psychiczne są skorelowane z aktywnością (fizyczną, elektryczną, czy też fizjologiczną) określonych części (rejonów) mózgu. Stan świadomości zatem jest do pewnego stopnia odzwierciedleniem pewnego fizycznego stanu naszego mózgu. Barbour rozumie paralelizm psychofizyczny również jako możliwość odtworzenia na podstawie fizycznego stanu naszego mózgu stanu naszej świadomości – inaczej mówiąc, odczytania tego, co stanowi treść naszego umysłu. Używa tutaj autor *The End of Time* ciekawej metafory, mówiąc, że stan fizyczny mózgu jest zapisem nutowym, zaś nasza świadomość (względnie nasz umysł) jest muzyką zapisaną w tych nutach. Odczytanie, czy też odtworzenie danego stanu świadomości przyrównuje Barbour do wykonywania przez orkiestrę muzyki zapisanej w partyturze⁶³⁸.

Poszczególne treści naszego umysłu powinny być – z punktu widzenia paralelizmu psychofizycznego – zapisane w pewnych układach atomów, będących częścią struktury naszego mózgu. Takim zapisem również powinny być nasze wspomnienia. W swojej treści stanowią one zapis tego, co wydarzyło się we wcześniejszych etapach naszego życia. Dlatego też można potraktować owe wspomnienia właśnie jako przykład kapsuły czasu. Nasza pamięć długoterminowa składa się z tego typu zapisów, przy czym owe zapisy mają swoją podstawę w aktualnie istniejących statycznych układach atomów, będących fragmentem naszego mózgu⁶³⁹.

Barbour proponuje przeprowadzenie następującego eksperymentu myślowego. Zakłada się w nim, że istnieje możliwość, by w jakiś tajemniczy sposób zamrozić atomy naszego mózgu w danej chwili, np. gdy postrzegamy ruch osoby w momencie wykonywania ćwiczeń gimnastycznych. Co mogliby odkryć specjaliści od odczytywania mózgu z konfiguracji atomów go tworzących, przy założeniu, że takie „zamrożenie” byłoby w ogóle możliwe?

638 Zob. tamże, s. 26.

639 „As a first example, we can stay within the brain but consider long-term memory. [...] all we know about the past is actually contained in present records. The past becomes more real and palpable, the greater the consistency of the records. But what is the past? Strictly, it is never anything more than we can infer from present records. The word »record« prejudices the issue. If we came to suspect that the past is a conjecture, we might replace »records« by some more neutral expression like »structures that seem to tell a consistent story«, tamże, s. 32–33.

Na pewno byliby w stanie odczytać usytuowanie owej postaci wykonującej ćwiczenia gimnastyczne w tej danej chwili. Ale z badanego mózgu można by również odczytać informacje o pozycji tej postaci w chwilach wcześniejszych. Faktem jest bowiem, że, w przypadku obserwowania ruchu, wspomnienia dotyczące tego, gdzie ów obserwowany obiekt znajdował się we wcześniejszych chwilach, stanowią również pewną treść badanego umysłu. Wynika to również z faktu, że mózg ludzki nie może przetwarzać danych do niego wpływających od zmysłów natychmiastowo, lecz dzieje się to z pewnym opóźnieniem. Informacja na temat zachowania poruszającego się ciała lub postaci przez pewien okres jest dostępna jako treść umysłu w jednej chwili. Jeżeli porównać obraz poruszającego się ciała do filmu, to należy stwierdzić, że mózg może przechowywać stale kilka klatek z owego filmu (a nie jedną tylko klatkę). Każda klatka odpowiada innemu umiejscowieniu danej rzeczy, przez co wytwarza się wrażenie, że owa rzecz się porusza. Idea jest taka, że pomiędzy tym zestawem klatek filmu a ruchem, który aktualnie postrzegamy, zachodzi tylko psychofizyczna odpowiedniość. To mózg odtwarza nam „ruchomy film”, co niekoniecznie musi odpowiadać obiektywnemu ruchowi postrzeganej rzeczy w rzeczywistym świecie, który ogranicza się tylko i wyłącznie do pewnego *Now*. Zwłaszcza, że poszczególne klatki owego filmu są wszystkie dane naraz w pewnej chwili, nie pojawiają się zaś po kolei, lecz jakby wszystkie jednocześnie⁶⁴⁰. Wracając do przykładu z obserwowaniem postaci gimnastykującej się, to jeżeli udałoby się zatrzymać mózg w tym konkretnym stanie, wtedy to oznaczałoby dla posiadacza owego mózgu „wieczne”, tzn. trwające dopóty, dopóki trwałby ów stan zamrożenia, doświadczanie ruchu postaci wykonującej ćwiczenia gimnastyczne. Wygląda to na pierwszy rzut oka na zamrożenie owego ruchu, przy jego jednoczesnym nieustannym dokonywaniu się, co wydaje się być paradoksalne. Niemniej eksperyment myślowy Barboura miał na celu jedynie ukazanie idei tego, w jaki sposób z tego, co jest statyczne, nasz umysł jest w stanie wytworzyć iluzję czasu.

Na podobnej zasadzie działa ów mechanizm tworzenia iluzji czasu jako czegoś realnego w fizyce. W tym zakresie można upatrywać źródeł czasu w opisach, jakimi są teorie fizyczne. Mamy bowiem taką oto sytuację. W Platonii mieszczą się wszystkie możliwe układy cząstek tworzących Wszechświat. Co więcej, wszystkie te układy cząstek, czyli wszystkie *Nows* są niejako równoważne pod względem ontologicznym. Ich istnienie jest tak samo realne. Była oczywiście mowa o dwóch stosach, czy też zbiorach – czyli

640 Zob. tamże, s. 28–29.

zbiorze wszystkich możliwych konfiguracji oraz zbiorze konfiguracji zrealizowanych. Teorie fizyczne są opisem tego, jak pewne elementy ze zbioru pierwszego stają się elementami zbioru drugiego. Tym samym te teorie tworzą swego rodzaju ciągi pewnych konfiguracji. Odpowiadać ma to obrazowi Wszechświata wyłaniającemu się z danej teorii fizycznej. Jeżeli teraz pojęcie czasu pojawia się w danej teorii z zakresu fizyki, to odzwierciedlać może ono jedynie różnice pomiędzy jednym i drugim *Now*. Ewentualny ruch i jego miarę – jaką stanowić ma czas – można wyprowadzić właśnie z ilościowego ujmowania różnic pomiędzy dwoma różnymi *Nows*. Niemniej jednak, tak rozumiany czas będzie wyłącznie abstraktem, tworem teoretycznym, któremu w rzeczywistym Wszechświecie – czyli w danym *Now* – nic rzeczywistego nie odpowiada⁶⁴¹. Struktura Platonii jest dyskretna, a nie ciągła. A więc nic dziwnego, że pojęcie czasu jako czegoś ciągłego, okazuje się być tylko pewnym abstraktem⁶⁴².

Oczywiście Barbour również poszukuje takiej „nowej teorii”, która opisywałaby przejście ze zbioru wszystkich możliwych *Nows* do zbioru tych zrealizowanych i która nie operowałaby pojęciem czasu. Taki opis jest zawarty w rozwiązaniach równania funkcji falowej Wszechświata Ψ , którym przysługuje swego rodzaju gęstość prawdopodobieństwa ich zaistnienia $\Psi * \Psi$. Tym równaniem ma być wspomniane we wcześniejszych rozdziałach równanie Wheelera–DeWitta. Teoria powinna przewidywać, że owe prawdopodobieństwo powinno być wysokie dla takich konfiguracji, które zawierają dużo struktur określanych jako kapsuły czasu, zawierających struktury obserwowane we Wszechświecie. Dlatego też, przy założeniu, że wszystko, czego doświadczamy, jest prawdopodobne, powinniśmy móc wyjaśniać to, czego doświadczamy, czyli również nasze doświadczanie czasu i jego kierunkowości. Co więcej, w wizji dotyczącej rozkładu owej gęstości prawdopodobieństwa dochodzi Barbour do pewnej interpretacji, nawiązującej do interpretacji wielu światów Everetta, lecz zakresowo wykraczającej dużo dalej. Everett twierdzi, że każdy możliwy stan kwantowy jest realizowany w różnych, rozgałęziających się, wszechświatach. Rozgałęzianie się Wszechświata na kolejne alternatywne wszechświaty następuje zamiast redukcji funkcji falowej Schrödingera. Barbour właśnie ten mechanizm adaptuje do swojej koncepcji i zamiast *many-worlds interpretation of quantum mechanics*, mamy

⁶⁴¹ Zob. tamże, s. 67.

⁶⁴² Zob. M. L. Hohol, dz. cyt., s. 116–117.

*many-instants interpretation of quantum mechanics*⁶⁴³. W *The End of Time* tak opisuje on ową interpretację. Każde *Now* jest oddzielną całością, jest pewnym wszechświatem samym w sobie. Ów wszechświat, posiadając bogatą strukturę *Now*, zawiera w sobie również swego rodzaju „wiedzę” na temat innych *Nows*, a dzieje się tak dlatego, że każde *Now* ma zawierać w sobie inne *Nows*. Świadomość możliwości istnienia wielu różnych rzeczy na raz może równie dobrze występować w bardziej wyraźnych formach w innych miejscach Platonii. Obraz nas samych dzielących się na równolegle istniejące kopie może wydawać się niepokojący, niemniej samo tego typu zjawisko jest znane. Barbour uważa, że jesteśmy już nawet przyzwyczajeni do bycia w różnych *Nows* i bycia odrobinę różnymi w każdym z nich⁶⁴⁴. Każda chwila, której doświadczyliśmy jest odrębnym *Now*, czyli osobnym wszechświatem. Osobnym również w stosunku do *Now*, w którym istniejemy jako podmioty doświadczające wspomnień chwil minionych⁶⁴⁵. Tak jak świadomość, będąc częścią jednego *Now*, przechowując wiele różnych „klatek filmu” (o czym była przed chwilą mowa) o danej rzeczy, tworzy wrażenie lub też iluzję – jak określa to Barbour – jednoczesnej teraźniejszości, tak, przynajmniej po części, w danym *Now* odtwarzane są inne *Nows*, co przy próbach sformułowania opisu danego *Now* w postaci np. teorii fizycznej, powoduje iluzoryczne przedstawianie w tych teoriach Wszechświata jako czegoś dynamicznego, czasowego itp.⁶⁴⁶

Podsumowując dotychczasowe rozważania, można powiedzieć, że w modelu Hawkinga–Hartle’a elementem fundującym czas będzie proces zmiany metryki z Euklidesowej na Lorentzowską, która powoduje zmianę w równaniach modelu uprzestrzennionego czasu urojonego na znany nam czas rzeczywisty. A to na poziomie Wszechświata ma odpowiadać przekroczeniu progu Plancka. Z kolei w modelu Hellera–Sasina źródeł czasu należy upatrywać w pewnych podalgebrach utworzonych z wyjściowej algebry nieprzemiennej, opisującej przestrzeń nieprzemienią, a tym samym Wszechświat poniżej progu Plancka. Owe podalgebry, będące efektem utworzenia tzw.

⁶⁴³ Zob. J. Barbour, *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, dz. cyt., s. 412–413; J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 302–305.

⁶⁴⁴ Zob. tamże, s. 323–324.

⁶⁴⁵ „Our past is just another world. This is the message that quantum mechanics and the deep timeless structure of general relativity seem to be telling us. If you accept that you experienced this morning, that commits you to other worlds. All the instants we have experienced are other worlds, for they are not the one we are in now”, tamże, s. 324.

⁶⁴⁶ Zob. tamże, s. 55–57.

grupy unitarnej w wyjściowej algebrze nieprzemiennej, tworzą ostatecznie czas, który jest odpowiednikiem takiego czasu, jaki dobrze znamy z innych teorii fizycznych. W modelu autorstwa Barboura źródłem klasycznie rozumianego czasu, który według autora modelu Wszechświata Platonii jest tylko pewnego rodzaju abstraktem, jest proces porównywania ze sobą „nieporównywalnych” wszechświatów, czyli pojedynczych *Now*. Owemu procesowi porównywania poszczególnych *Now*s ze sobą oraz samym tym różnicom, które uwidaczniają się w efekcie tego procesu, nic we Wszechświecie nie odpowiada, gdyż poza *Now*s nic nie istnieje. Zaś za wytwarzanie w naszym umyśle wrażenia ruchu, zmiany oraz przemijania – czyli czasowości – odpowiadają pewne podstruktury występujące w każdym *Now*, czyli struktury określane jako kapsuły czasu.

4.2 REALNOŚĆ CZASU – WNIOSEK CZY ZAŁOŻENIE?

W poprzednim podrozdziale zostało przedstawione to, w jaki sposób autorzy koncepcji postulujących aczasowość Wszechświata poniżej progu Plancka tłumaczą jego pojawianie się na innych (wyższych) poziomach organizacji, przy czym poziomy te wyłaniają się stopniowo wraz z ewolucją Wszechświata po Wielkim Wybuchu. W każdej z omawianych koncepcji można odnaleźć pewne elementy, które odpowiadają za pojawienie się czasu. Określiłem je roboczo jako „elementy fundujące czas”. Obecnie zaś chciałbym rozważyć problem, czy twierdzenie o realności lub nierealności czasu, można wywieść z danego modelu (jako konkluzję), czy też raczej jest to tylko jedno z założeń danego modelu. Ten problem można rozpatrywać również w połączeniu z innym zagadnieniem, a mianowicie, czy można na podstawie omawianych modeli orzekać o realnym istnieniu czegokolwiek albo też czy omawiane modele wskazują na realnie istniejące elementy struktury Wszechświata. Jeżeli zaś odnieść tak sformułowane zagadnienie do realności czasu w analizowanych modelach, to pytanie o realne istnienie czasu wydaje się być pytaniem retorycznym. Widoczne staje się to zwłaszcza w kontekście modelu Wszechświata Platonii. Co więcej, dotychczasowe analizy każdego z modeli prowadziły do wniosku, że w omawianych modelach Wszechświata bez brzegów, Wszechświata nieprzemiennego oraz Wszechświata Platonii postuluje się, że „czas jako taki” nie istnieje na fundamentalnym poziomie struktury Wszechświata, a przynajmniej nie istnieje realnie, tj. jako coś, co można uznać za realny element struktury tegoż Wszechświata. Wydaje się, że jedyną słuszną odpowiedzią na pytania dotyczące realności czasu będzie

odpowieź negatywna, tzn. że nie można odnaleźć w modelach analizowanych w pracy żadnych argumentów za realnością czasu. Wobec powyższego można wstępnie zakwalifikować wszystkie analizowane modele po stronie arealistycznego ujmowania czasu, czyli po stronie poglądów, których zwolennicy negują jakąkolwiek możliwość realnego istnienia czasu. Mimo to, chciałbym w tym miejscu postawić pytanie o to, czy w omawianych modelach można chociaż próbować odnaleźć jakiejkolwiek argumenty za twierdzeniem o realności czasu.

Aby sprostać temu zadaniu, chciałbym rozszerzyć prowadzone analizy o jeszcze dwa istotne moim zdaniem zagadnienia. Po pierwsze, można zastanowić się nad tym, co właściwie Hawking, Heller oraz Barbour uznają za realnie istniejącą rzeczywistość (w tym przypadku chodzi o realny Wszechświat) a także jaka jest relacja owej rzeczywistości (czyli realnego Wszechświata) do teorii mającej ową rzeczywistość (czyli Wszechświat) opisać. Wobec założenia uczynionego na początku, że modele kosmologiczne mają obrazować jakiś aspekt realnego Wszechświata, ów obraz tegoż aspektu Wszechświata powinien odpowiadać rzeczywistości. Oznacza to, że do twierdzeń wchodzących w skład danego modelu powinna mieć zastosowanie jakaś wersja klasycznej definicji prawdy⁶⁴⁷. Tym samym zaś to, o czym dane modele mają orzekać w formie pewnego zestawu twierdzeń, których z kolei prawdziwość ma być rozstrzygana poprzez zgodność treści zawartych w owych twierdzeniach z rzeczywistością, samo w sobie powinno być czymś istniejącym realnie. Owa realność ma wynikać z ontologii danego modelu, czyli właśnie z tego, co w danym modelu zostanie uznane za realnie istniejący świat (realny Wszechświat). Wiąże się z tym drugie zagadnienie, które można sformułować w formie pytania o status ontyczny „elementów fundujących czas”. Czy owe „elementy fundujące czas”, które w danych modelach

⁶⁴⁷ Przyrodnicy nie zastanawiają się nad tym założeniem, lecz przyjmują je jako coś oczywistego. To filozofowie nauki starają się wychwytywać tego typu założenia i przedzałożenia w naukach przyrodniczych, by pokazać, że we współczesnym podejściu do nauk przyrodniczych są uwikłane pewne problemy teoretyczne, które uniemożliwiają uprawianie tych nauk w taki sposób, jaki był postulowany przez np. scjentyzm w jego naiwnej dziewiętnastowiecznej postaci. Obecnie zaś, według badaczy tegoż zagadnienia, jeżeli nawet wśród samych naukowców oraz filozofów nauki ów zespół poglądów określanych jako scjentyzm przetrwał, to w znacznie bardziej wyrafinowanej postaci, gdzie brane są pod uwagę również konteksty społeczny i kulturowy samej wiedzy naukowej oraz ich wtórny wpływ na sposób uprawiania nauki oraz na jej wyniki; zob. B. Kotowa, *Scjentyzm jako światopogląd nauki*, „Nowa Krytyka – Czasopismo Filozoficzne” 16(2004), 151–159, <http://www.nowakrytyka.pl/spip.php?article450> (dostęp: 16.12.2016).

się pojawiają, można uznać za realne elementy struktury Wszechświata? A jeżeli tak, to czy ich realność może być argumentem za realnością samego czasu, który przez owe elementy jest fundowany? Ostatecznie więc, w świetle powyższych analiz, wydaje się, że ewentualna odpowiedź na pytanie postawione w tytule niniejszego podrozdziału nie będzie odpowiedzią trywialną. Co więcej, może okazać się, że owa odpowiedź będzie wręcz czymś zaskakującym – jeżeli okaże się, że teza o realności czasu znajduje swoje uzasadnienie nawet w modelach, które *explicite* zakładają aczasowość. Być może któryś z modeli Wszechświat, analizowanych w niniejszej pracy nie wpisuje się wcale, jak to zostało wstępnie określone w poprzednim akapicie, w stanowisko arealistycznego ujmowania czasu. Być może ujęcie czasu w którymś z modeli będzie można zakwalifikować bądź jako realistyczne, bądź też jako przynależne do pogranicza pomiędzy realizmem a arealizmem. Dopełnieniem tych rozważań będzie próba umiejscowienia każdego z analizowanych modeli ze względu na trzy zagadnienia omawiane w rozdziale drugim niniejszej pracy. Chodzi mianowicie o: 1) stosunek analizowanych modeli do pojęcia czasoprzestrzeni, 2) czy czas w omawianych modelach, o ile się pojawia, można uznać bądź za parametr zewnętrzny układu, bądź za czas wewnętrzny, bądź też za zmienną dynamiczną układu (kwantową obserwabłą), 3) wpisanie każdego z modeli w zakres bądź prezentyzmu, bądź też eternalizmu.

Chcąc zachować zgodność ze schematem prezentacji poszczególnych modeli, chciałbym przedstawić stanowiska poszczególnych autorów na temat relacji pomiędzy teorią a rzeczywistością oraz spróbować odpowiedzieć na wyjściowe pytanie w tej samej kolejności, w jakiej prezentowane były same modele. A więc najpierw zaprezentuję poglądy na temat relacji między teorią a rzeczywistością jednego ze współautorów modelu Wszechświata bez brzegów, czyli Stephena Hawkinga. On sam określa swoje stanowisko mianem realizmu teorio-zależnego, albo też jako realizm zależny od modelu⁶⁴⁸. W skład tego poglądu wchodzi kilka zasadniczych tez. Pierwszą z nich jest przywołanie tezy klasycznie rozumianego realizmu, czyli tezy, że istnieje niezależny od nas Wszechświat, który usiłujemy poznać i zrozumieć. Niemniej Hawking dodaje do tego kolejną tezę, że rzeczywistość można

648 Zob. S. W. Hawking, L. Mlodinow, *Wielki Projekt*, dz. cyt., s. 52. Zagadnienie realizmu w rozumieniu Hawkinga poruszałem również we wcześniejszych publikacjach; zob. J. Janowski, *Początek Wszechświata w ujęciu Stephena W. Hawkinga*, dz. cyt., s. 362–363, 376–377; J. Janowski, *Status ontologiczny czasu urojonego w modelu „Wszechświata bez brzegów” Hawkinga–Hartle’ego*, w: *Wymiary czasu*, dz. cyt., s. 140–141.

poznawać tylko w świetle jakiejś teorii. Bez takiej teorii nie jest jasne, czym owa rzeczywistość ma być. Hawking dochodzi zatem do wniosku, że od przyjętej teorii zależy również to, co uznaje się za rzeczywistość. Nie można odwoływać się do rzeczywistości jako czegoś niezależnego od danego modelu (danej teorii naukowej), gdyż taka rzeczywistość nie jest dostępna poznawczo. Różne teorie prowadzą do różnych, często przeciwnych lub sprzecznych ze sobą obrazów rzeczywistości. Dla Hawkinga nie stanowi to jednak żadnego problemu. Co więcej, nie wyróżnia on konkretnego obrazu jako prawdziwego. Każdy obraz jest równouprawniony. Nie ma kryterium odróżnienia, który obraz rzeczywistości jest bardziej prawdziwy, a który mniej. Dana teoria może tylko opisywać mniejszą lub większą klasę obserwacji lub pozwala przewidzieć mniej lub więcej wyników nowych doświadczeń⁶⁴⁹. Dana teoria zaś jest matematycznym modelem, którego używa się do opisu wyników obserwacji i nie ma sensu pytanie, który obraz rzeczywistości odpowiada pierwowzorowi. „Każda teoria może opisać i wyjaśnić pewne własności [Wszechświata] i żadnej nie da się zaklasyfikować jako lepszej, czy też bliższej rzeczywistości”⁶⁵⁰. W odniesieniu do zagadnienia czasu i jego statusu ontycznego, Hawking w *Krótkiej historii czasu* przyznaje, że: „nie ma sensu pytać, co jest rzeczywiste, »rzeczywisty« czy »urojony« czas”⁶⁵¹. Ważne jest to, który z nich jest wygodniejszy do opisu określonych zjawisk. Model Wszechświata bez brzegów lepiej radzi sobie z teoretycznym opisem początkowych etapów ewolucji Wszechświata. Czy również będzie wyjaśniać wyniki przyszłych doświadczeń? Tego na razie nie wiadomo, gdyż dziedzina związana z budową kwantowej teorii grawitacji nie ma jeszcze żadnego bezpośredniego potwierdzenia empirycznego. Ostatecznie więc można orzec, że status ontyczny czasu urojonego w modelu Wszechświata bez brzegów jest taki sam jak status czasu rzeczywistego w modelu standardowym. Wydaje się zatem, że nie można poglądów Hawkinga umieszczać w dziedzinie arealizmu. Czy zatem Hawking jest, w stosunku do czasu, zwolennikiem realizmu?

Opisane wyżej stanowisko realizmu zależnego od teorii, za jakim opowiada się jeden z autorów modelu Wszechświata bez brzegów, wskazuje na relatywizm albo też agnostycyzm w stosunku do tego, czym rzeczywistość

⁶⁴⁹ Zob. S. W. Hawking, *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, dz. cyt., s. 41–42; S. W. Hawking, L. Mlodinow, *Wielki Projekt*, dz. cyt., s. 55–56.

⁶⁵⁰ Tamże, s. 70.

⁶⁵¹ S.W. Hawking, *Krótka historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, dz. cyt., s. 133; zob. też: S.W. Hawking, *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, dz. cyt., s. 90.

opisywana przez pewną teorię lub model miałyby być. Sam Hawking inaczej widzi to zagadnienie. Według niego realizm zależny od modelu przekracza filozoficzne spory między realizmem a antyrealizmem⁶⁵². Wydaje się jednak, że można poglądy Hawkinga umieścić – wbrew używanemu przez niego określeniu „realizm zależny od modelu” – po stronie instrumentalizmu w zakresie epistemologicznej relacji pomiędzy teorią, będącą fragmentem wiedzy naukowej, a sferą obiektywnej rzeczywistości⁶⁵³. Nie chciałbym od razu ustawiać się w pozycji krytyka „realizmu zależnego od modelu”, gdyż dla tego poglądu można znaleźć pewne uzasadnienie lub może lepiej powiedzieć, że takie stanowisko jest, pod pewnym względem, zasadne. Ową zasadność widzę w tym, że, przy szerokim rozumieniu terminu „teoria wyjaśniająca” lub „model opisujący”, z poglądami Hawkinga, w zasadzie, nie można się nie zgodzić. Jeżeli za swego rodzaju „teorię wyjaśniającą” rzeczywistość uznać każdy opis tej rzeczywistości, będący określonym zestawem sensownych, w ramach danego języka, zdań, to rzeczywiście dla człowieka jako podmiotu poznającego nie ma czegoś takiego jak rzeczywistość sama w sobie. Zawsze będzie owej rzeczywistości towarzyszyć ów opis, nawet w postaci treści zawartych w umyśle – jeżeli przyjmą one postać zdań sensownych na gruncie jakiegoś języka. W skrajnym przypadku nawet zestaw twierdzeń składających się na pogląd klasycznego realizmu będzie stanowić tego typu teorię. Oczywiście zdaję sobie sprawę, że być może w tym ujęciu zagadnienia zbyt mocną pozycję przypisuje się językowi, który staje się czymś na kształt tworzywa rzeczywistości – przynajmniej z punktu widzenia człowieka jako

652 Zob. S. W. Hawking, L. Mlodinow, *Wielki Projekt*, dz. cyt., s. 55.

653 Wchodziłby w grę tutaj „empirystyczny instrumentalizm dualistyczny” opracowany m.in. przez R. Carnapa. W ramach tego stanowiska przyjmuje się, że „dobór teoretycznej aparatury pojęciowej ma charakter konwencjonalny, a jego arbitralność ogranicza jedynie wymóg prostoty oraz efektywności jako narzędzie porządkowania danych doświadczenia. W świetle tej diagnozy przypisano wiedzy teoretycznej wyłącznie status instrumentalny (oznacza to odmówienie jej funkcji poznawczych). Równocześnie zaś utrzymano tradycyjnie empirystyczny pogląd na stosunek wiedzy fenomenalistycznej (sformułowanej w języku obserwacyjnym) do doświadczenia. Zgodnie z nim między poszczególnymi twierdzeniami sformułowanymi w języku obserwacyjnym a doświadczeniem zachodzi jednoznaczny i »naturalny« związek: doświadczenie wymusza określoną interpretację empiryczną owych twierdzeń, w efekcie czego każde z nich konstatuje zawsze jednoznacznie określony, obserwowalny stan rzeczy. [...] realistyczne potraktowanie wiedzy fenomenalistycznej związane jest z instrumentalistycznym ujęciem wiedzy teoretycznej”, K. Zamiara, *Realistyczne i instrumentalistyczne stanowisko wobec wiedzy naukowej*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 554.

podmiotu poznającego. Być może rzeczywistość naprawdę jest samowystarczalna w tym zakresie i można uznać jej istnienie za absolutnie niezależne od istnienia nas jako podmiotów poznających, posługujących się językiem jako narzędziem umożliwiającym agregację danych o tej rzeczywistości, płynących do nas z różnych stron. Niemniej wydaje mi się, że nie można z góry odrzucać tego typu stanowiska, jakie prezentuje Hawking w zakresie relacji pomiędzy teorią a rzeczywistością, gdyż w jego ramach wskazuje się – nawet mimochodem – na pewne niezmiernie ważne z punktu widzenia filozofii problemy.

Odnosząc wyżej wymienione poglądy Hawkinga do problemu statusu ontycznego czasu w modelu Wszechświata bez brzegów, należy stwierdzić, że odpowiedź na pytanie o to, czy czas będzie czymś realnym oraz czy takie stwierdzenie będzie konkluzją, czy też założeniem modelu, będzie uzależniona od tego, czy będzie się je rozpatrywać z punktu widzenia bądź to relatywizmu, bądź też agnostycyzmu, o których była już wyżej mowa. W przypadku pierwszym, czyli gdy twierdzenie o realności czasu ma wynikać z przyjętej pragmatycznie konwencji, to oczywiście realność czasu będzie ostatecznie założeniem. Przy czym analogiczne założenie będzie dotyczyć również czasu urojonego. Konstruując model Wszechświata bez brzegów, istnienie czasu urojonego poniżej progu Plancka po prostu się zakłada. Przejście od czasu urojonego, czyli nieodróżnialnego od przestrzeni, do czasu rzeczywistego, mającego wszystkie klasyczne własności, odbywa się z kolei na mocy zabiegów formalnych, które mają zapewnić odpowiednią zmianę metryki, co również stanowi pewną konstrukcję, której elementy ostatecznie zostały dobrane konwencjonalnie. Jeżeli zaś wziąć za punkt wyjścia wspomniany wyżej agnostycyzm, to w ogóle nie powinno się orzekać o tym, czy i który z czasów ma być tym realnym. Albowiem ewentualne opowiedzenie się za realnością któregoś z czasów (urojonego lub rzeczywistego) stanowić będzie wykroczenie poza deklarowany agnostycyzm⁶⁵⁴. Stąd też, w tym drugim przypadku, jakiegokolwiek orzekanie o statusie ontycznym czasu wydaje się niemożliwe, przynajmniej jeżeli chce się pozostać w zgodzie z zadeklarowanym agnostycyzmem.

Natomiast odpowiedź na pytanie, czy „element fundujący czas” jest czymś realnym w ramach ontologii tego modelu, jest twierdząca. Co więcej, z punktu widzenia relatywizmu, ale również i agnostycyzmu, jakiegokolwiek

⁶⁵⁴ Tego typu twierdzenia można potraktować również jako pewien rodzaj tzw. orzekania negatywnego, w wyniku którego można się dowiedzieć, że: „czas nie jest ani tym, ani tamtym itd.”.

rozdzielenie pomiędzy statusem ontycznym „elementu fundującego czas” w tym modelu a „czasem” pojawiającym się powyżej progu Plancka jest niemożliwe. A zatem można wysnuć przypuszczenie, że realność czasu znajduje swoje uzasadnienie w tym modelu. Owo uzasadnienie może wyglądać następująco. Skoro z Wszechświata bez brzegów, którego elementem strukturalnym jest czas urojony, można wyprowadzić Wszechświat z normalną metryką czasoprzestrzeni, w której skład wchodzi klasycznie rozumiany czas, przy czym nie można wyróżnić który z poziomów organizacji Wszechświata jest bardziej fundamentalny oraz który jest bardziej realny, to status realności czasu pozostaje niezmienny w stosunku do ontologii wynikającej z dotychczas obowiązujących teorii. A zatem czas pozostaje czymś realnym oraz ma znane powszechnie właściwości w modelu Wszechświata bez brzegów. Natomiast rzeczywistość wydaje się być wzbogacona o nowy twór, czyli właśnie o „czas urojony”, który jest również czymś realnie istniejącym. Ma to oczywiście konsekwencje dla metafizyki czasu. Będzie temu poświęcony następny podrozdział. Niemniej jednak należy w tym miejscu zaznaczyć, że w zakresie ujmowania czasu model Wszechświata bez brzegów, a w zasadzie koncepcję czasu z owego modelu wypływającą, można zakwalifikować jako realizm umiarkowany.

Pozostaje jeszcze krótkie omówienie modelu Wszechświata bez brzegów pod kątem pojęcia czasoprzestrzeni, ewentualnej kwalifikacji czasu się w nim pojawiającego oraz umiejscowienia modelu w odniesieniu do stanowisk prezentyzmu oraz eternalizmu. Model Hawkinga–Hartle’a, podobnie jak pozostałe analizowane w pracy modele, usuwa czasoprzestrzeń ze struktury Wszechświata poniżej progu Plancka. Jednocześnie, wraz z ewolucją Wszechświata, czasoprzestrzeń powraca, gdy Wszechświat swymi rozmiarami przekracza ów próg. Równość ontologiczna czasu urojonego i czasu rzeczywistego wydaje się wskazywać na to, że jeżeli uznać model Hawkinga–Hartle’a za propozycję kwantowej teorii grawitacji, to status czasu urojonego poniżej progu Plancka byłby analogiczny w stosunku do czasu rzeczywistego w zwykłej czasoprzestrzeni, przy zachowaniu istotnych różnic co do własności. Stąd też przywoływane już wcześniej określenia tego modelu jako modelu „semi-quantowego”. Natomiast w zakresie umieszczenia modelu Wszechświata bez brzegów w płaszczyźnie sporu między eternalizmem a prezentyzmem oraz biorąc pod uwagę, że czas urojony ma przestrzennopodobne własności, wydaje się zasadnym przyporządkowanie owego modelu po stronie eternalizmu.

Stanowisko realistyczne w kwestii relacji między teorią a rzeczywistością przyjmuje również Michał Heller. O tym, w jaki sposób dana teoria czy model są powiązane z rzeczywistością badaną, była już mowa przy okazji prezentacji modelu Wszechświata nieprzemiennego⁶⁵⁵. Niemniej jednak chciałbym uzupełnić tamte rozważania. W tym celu przedstawię poglądy Hellera na temat relacji między teorią a rzeczywistością na podstawie jego analiz dotyczących założeń nauk empirycznych⁶⁵⁶. Chodzi o cztery założenia. Pierwszym jest założenie dotyczące matematyczności przyrody, drugim – założenie o jej idealizowalności, zaś założenia trzecie i czwarte dotyczą odpowiednio tzw. elementarności oraz jedności przyrody. Dodatkowo Heller łączy owe założenia w pary, tj. pierwsze z drugim oraz trzecie z czwartym⁶⁵⁷.

Matematyczność oraz idealizowalność przyrody można uznać za przejawy bardziej ogólnej cechy świata, a mianowicie jego ontologicznej racjonalności, którą Heller wiąże z możliwością skutecznego badania świata. Autor ten odwołuje się do sukcesów stosowanych we współczesnej fizyce modeli matematycznych⁶⁵⁸, które opisują pewne fragmenty lub też pewne aspekty materialnej rzeczywistości. Oczywiście tego typu funkcję mogą pełnić również tradycyjne opisy, np. w języku naturalnym, więc to nie stanowi jeszcze pełnego zakresu postulowanych cech. Otóż owe modele – według Hellera – nie tylko opisują pewne fragmenty rzeczywistości lub też pewne jej aspekty, ale także owe modele matematyczne działają podobnie jak to, co modelują. Czyli pewien model matematyczny danego zjawiska lub obiektu fizycznego jest pewną strukturą matematyczną, w której można dokonywać zabiegów formalnych – np. znajdować rozwiązania równań tworzących dany model, czy też badać przebieg jakiejś krzywej, opisywanej przez owe równania. Przy czym tego typu działania formalne odbywają się w oderwaniu od jakiejkolwiek fizycznej interpretacji. Zatem można powiedzieć, że owe działania odbywają się na terenie „czystej” matematyki. I teraz, jeżeli dany model będzie trafny, to owe czysto matematyczne działania będą dość ściśle powiązane

⁶⁵⁵ Zob. podrozdział 3.2 niniejszej pracy.

⁶⁵⁶ Zob. M. Heller, *Jak możliwa jest „filozofia w nauce”?*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 3–15. W pracy *Filozofia i Wszechświat* więcej niż ten jeden rozdział jest poświęcony owym założeniom. W kolejnych rozdziałach Heller szczegółowo analizuje poszczególne założenia, starając się tym samym realizować swój program „filozofii w nauce”.

⁶⁵⁷ Zob. tamże, s. 10.

⁶⁵⁸ Czymś takim jest również analizowany model Wszechświata nieprzemiennego. Dlatego też ogólne analizy przeprowadzone przez Hellera pozwalam sobie odnieść do wspomnianego już modelu, którego jednym z autorów jest właśnie Heller.

z zachowaniem samego przedmiotu badania, czyli w tym przypadku z jakimś zjawiskiem, czy też obiektem fizycznym – a w modelach rozpatrywanych w niniejszej pracy również z zachowaniem całego Wszechświata. Przy czym Heller nie utożsamia w sposób jawny samych operacji formalnych z procesami zachodzącymi we Wszechświecie. Niemniej wyniki owych operacji odpowiadają już pewnym realnym strukturom Wszechświata. Ostatecznie więc przez rozwiązywanie równań tworzących dany model matematyczny można przewidzieć przyszłe zachowanie badanego układu, a dokładnie przyszłą jego strukturę. Można też podać wyjaśnienie danego zjawiska, co jest szczególnie istotne w przypadku, gdy przyczyna tegoż zjawiska nie jest znana⁶⁵⁹.

W założeniu idealizowalności przyrody chodzi zaś głównie o to, że odtworzenie struktury oraz zachowania się Wszechświata jest możliwe poprzez zastosowanie w tym celu stosunkowo prostych modeli matematycznych. Owe modele zaś nie starają się odtwarzać od razu całego bogactwa jego struktury, lecz tylko pewne podstruktury, stanowiące wąski wycinek lub wręcz pojedyncze aspekty architektury Wszechświata. Dopiero takie „samoograniczenie” w badaniach nad strukturą i zachowaniem się Wszechświata jako całości przyniosło spektakularne sukcesy⁶⁶⁰. W tym także mają ujawniać się owe dwie omawiane cechy przyrody, czyli matematyczność oraz idealizowalność przyrody.

Ostatnie dwa założenia, czyli założenia o elementarności oraz jedności przyrody skupiają się wokół zagadnień związanych bezpośrednio z Wszechświatem oraz tym, w jaki sposób dana teoria fizyczna powinna ten Wszechświat (lub jego fragment) opisywać. Jeżeli chodzi o elementarność przyrody, to należy szukać czegoś, co będzie fundamentem Wszechświata, co można będzie uznać za swego rodzaju tworzywo Wszechświata. Tu zaś, według Hellera, występują w fizyce dwie – niekoniecznie przeciwstawne – tendencje. W ramach pierwszej przyjmuje się, że nigdy nie uda się dotrzeć do tego pierwotnego poziomu Wszechświata, kolejne teorie fizyczne będą jedynie przybliżać się do tego hipotetycznie istniejącego poziomu. W drugiej z kolei tendencji utożsamia się ów poziom elementarny ze strukturami matematycznymi, a zatem w tym przypadku określa się, że dla fizyki elementarnym tworzywem będzie „tworzywo matematyczne”⁶⁶¹.

Podobnie jest w przypadku założenia o jedności przyrody, gdzie postuluje się możliwość stworzenia jednej wspólnej teorii unifikującej wszystkie

659 Zob. M. Heller, *Czy świat jest racjonalny?*, dz. cyt., s. 43.

660 Zob. M. Heller, *Jak możliwa jest „filozofia w nauce”?*, dz. cyt., s. 12.

661 Zob. tamże, s. 14.

oddziaływania w przyrodzie, a także umożliwiającej zredukowanie wszystkich teorii fizycznych (i nie tylko teorii fizycznych, ale także teorii z zakresu wszystkich innych nauk przyrodniczych) do jednej ostatecznej teorii Wszechświata. W tym przypadku również występują dwa podejścia do tego zagadnienia. Jedni badacze są bardziej ostrożni i wyrażają opinię, że takiej teorii zbudować się nie da, lecz należy do jej stworzenia dążyć, gdyż taki program pozwoli połączyć rzeczywiście wszystko to, co jest ze sobą powiązane i co stanowi przejaw jakiegoś jednego fragmentu Wszechświata, czy też konkretnej jego własności. Owo dążenie ma się dokonywać przez coraz to większe uogólnianie obecnych teorii, tak by obejmowały coraz większy obszar Wszechświata. Przedstawiciele bardziej radykalnego podejścia w tym zakresie uważają z kolei, że zbudowanie takiej jednolitej teorii Wszechświata jest jak najbardziej możliwe. Co więcej, niektórzy z nich starają się nawet określić przybliżony czas, jaki potrzebny jest, aby ludzkość taką teorię odkryła lub zbudowała (jednym z przejawów poszukiwania takiej jednolitej teorii dla całego Wszechświata są poszukiwania kwantowej teorii grawitacji)⁶⁶².

Próbując na tej podstawie wyłożyć stanowisko, jakie zajmuje Heller w zakresie stosunku teorii do rzeczywistości, można powiedzieć, że dana teoria, o ile jest adekwatnym opisem badanej rzeczy, zjawiska czy procesu, powinna być modelem matematycznym, który działa podobnie jak to, co jest modelowane. Nie będzie tu jednak jednoznacznej odpowiedniości owego działania chociażby dlatego, że całość rzeczywistości nie może się zawierać w swojej części. Jednocześnie struktury matematyczne tworzące dany model można uznać za swego rodzaju „tworzywo rzeczywistości”, z którego należy próbować stworzyć taką teorię, która będzie w stanie opisać Wszechświat w sposób jak najbardziej pojemny, choć sam Heller jest ostrożny co do możliwości osiągnięcia na tym polu ostatecznego sukcesu, z góry go jednak nie wyklucza. Zbliża to poglądy Hellera do stanowiska realistycznego prezentowanego przez K. Poppera⁶⁶³.

⁶⁶² Zob. M. Heller, *Teorie wszystkiego*, dz. cyt., s. 237–255.

⁶⁶³ A dokładnie do stanowiska określonego przez Krystynę Zamiarę jako „hipotetyczny realizm całościowy”, gdzie „realizm ze względu na całość wiedzy naukowej sprowadza się do twierdzenia, że wiedza naukowa nie jest wyłącznie narzędziem porządkowania i przewidywania obserwowalnych »faktów«, lecz stanowiąc przybliżoną, hipotetyczną reprezentację obiektywnej rzeczywistości, zdolna jest wyjaśnić jednolicie zarówno fakty jednostkowe, jak i zmysłowo uchwytnie lub nieuchwytnie prawidłowości ogólne. »Moc eksplanacyjna« kolejnych systemów wiedzy stale wzrasta dzięki stosowaniu zasad krytycyzmu, zapewniających ciągłą eliminację z nauki tych spośród nich, których fałszywość (nieadekwatność

W jaki sposób można to stanowisko Hellera odnieść do twierdzenia dotyczącego realności czasu? Czy według współautora modelu Wszechświata nieprzemiennej realność czasu może stanowić założenie, czy też owa realność okaże się konsekwencją analizowanego modelu? Aby spróbować udzielić na tak postawione pytanie odpowiedzi, należy odwołać się jeszcze do dwóch poglądów głoszonych przez Hellera. Po pierwsze, Heller jest przeciwnikiem tego, by „przy zielonym stoliku”⁶⁶⁴, czyli *a priori*, przyjmować daną wizję rzeczywistości. Obraz świata ma się wyłaniać z działających teorii opisujących zachowanie oraz strukturę Wszechświata. Po drugie, jeżeli jest mowa o tym, że modele matematyczne działają w podobny sposób jak to, co modelują, to, jak Heller wyraźnie zaznacza, chodzi tu nie o świat sam w sobie, lecz o pewien świat odpowiadający ontologicznie danej teorii⁶⁶⁵. Jeżeli zatem przyjmujemy, że danej teorii fizycznej odpowiada jakaś ontologia, z której można utworzyć pewien konkretny obraz świata, to status ontyczny czasu w każdej z takich teorii będzie wynikał z własności struktur matematycznych danej teorii tworzących, czyli nie trzeba owego statusu z góry zakładać. I tak wydaje się być w przypadku modelu Wszechświata nieprzemiennej. Jeżeli uznamy poziom Plancka za fundamentalny, a taki wydaje się być pogląd głoszony przez Hellera, to należy uznać, że ponieważ jest to poziom aczasowy, to czas, jaki znamy z naszego makroskopowego poziomu, tam nie występuje. Jednakże z owego aczasowego poziomu wyłania się znany nam dobrze czas, dlatego też należy uznać realność czasu, a tym samym czasowość Wszechświata, za konsekwencję przedstawionego modelu. Czas ma w modelu Hellera–Sasina charakter pochodny w stosunku do fundamentalnej aczasowości Wszechświata. W modelu Wszechświata nieprzemiennej, w odróżnieniu od poprzedniego modelu autorstwa Hawkinga i Hartle’a, występuje pewna różnica ontyczna między „elementem fundującym czas” a „czasem jako takim”. Owa różnica jest analogiczna do różnicy, jaka występuje pomiędzy częścią i całością. Jednoparametrowa grupa morfizmów $\tilde{\alpha}, t \in \mathbb{R}$ interpretowana jest jako czas niezależny od stanu w tym modelu, będąc jednocześnie zbudowaną na danej algebrze $\text{Out}(\mathcal{R})$, która z kolei jest podalgebrą wyjściowej algebry A . Algebra A zaś tworzy

względem obiektywnej rzeczywistości) została wykazana przez »surowe testy« empiryczne», K. Zamiara, dz. cyt., s. 561.

⁶⁶⁴ Por. M. Heller, *Jak możliwa jest „filozofia w nauce”?*, dz. cyt., s. 3–4.

⁶⁶⁵ Zob. M. Heller, *Strategia kompromisu (Wstęp)*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. X–XI; M. Heller, *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, dz. cyt., s. 137–156.

przestrzeń nieprzemienią, co odpowiada strukturze Wszechświata w tym modelu⁶⁶⁶. A zatem struktura czasoprzestrzenna przestaje być tworzywem struktury Wszechświata na poziomie fundamentalnym, a staje się częścią owej struktury (podstrukturą), możliwą do wyodrębnienia za pomocą zabiegów formalnych, o których była już wcześniej mowa. Czas zależny od stanu będzie stanowić zmienną dynamiczną układu, zaś czas niezależny od stanu będzie z kolei pełnić funkcję analogiczną do funkcji parametru zewnętrznego w „klasycznym” układzie kwantowym. Model Wszechświata nieprzemiennego opisuje również te zjawiska, które wydają się dziać poza czasem i przestrzenią. Dlatego też model Hellera–Sasina można uznać za pełnoprawną próbę stworzenia modelu w ramach kwantowej teorii grawitacji⁶⁶⁷. Jednocześnie pochodność pojęcia czasoprzestrzeni względem przestrzeni nieprzemiennej (czyli algebry nieprzemiennej, określającej daną przestrzeń nieprzemienią), w aspekcie statusu ontycznego poszczególnych dziedzin czasu wydaje się umiejscawiać model Hellera–Sasina po stronie eternalizmu. Ostatecznie więc odpowiedź na pytanie czy czas, o którym jest mowa w modelu Wszechświata nieprzemiennego, będzie czymś realnym na wyższych poziomach organizacji struktury Wszechświata, jest oczywiście twierdząca. Zatem w modelu Wszechświata nieprzemiennego realność czasu na poziomie makroskopowym jest ufundowana na realności elementów ów czas fundujących. Niemniej owa realność jest w pewien sposób osłabiona. Wydaje się zatem zasadnym przyporządkowanie koncepcji czasu wyłaniającej się z modelu Wszechświata nieprzemiennego do pogranicza pomiędzy realizmem a arealizmem.

W ostatnim z analizowanych modeli, czyli w modelu Platonii, czas ma również charakter pochodny. W ramach Wszechświata Platonii czas, jeżeli się pojawia w danej teorii (np. w mechanice klasycznej), będzie zawsze abstraktem, który nie ma swojego odpowiednika w realnym Wszechświecie. W tym przypadku jednak należy zwrócić uwagę, że twierdzenie o statusie ontycznym czasu ma charakter bardzo silnego założenia ontologicznego. Chodzi o to, że Barbour zdaje się podchodzić do zagadnienia realności czasu z innej strony niż Heller czy Hawking. Mówiąc o związkach pomiędzy teorią a rzeczywistością, Barbour w punkcie wyjścia odwołuje się do swojej ontologicznej wizji Wszechświata. Następnie do tej wizji chce dopasować poszczególne działy fizyki, w tym również poszczególne teorie wchodzące w ich skład. Tego typu postulaty wpisują się w pewną wersję instrumentalizmu,

⁶⁶⁶ Zob. M. Heller, W. Sasin, *Emergence of Time*, dz. cyt., s. 52.

⁶⁶⁷ W odróżnieniu od „semi-kwantowego” modelu Wszechświata bez brzegów.

która propagowana była m.in. przez W. Quine'a⁶⁶⁸. Ostatecznym celem ma być eliminacja pojęcia czasu oraz czasoprzestrzeni z podstaw fizyki. Nie chodzi tylko o usunięcie tych pojęć z poziomu Wszechświata poniżej progu Plancka, lecz w ogóle ze struktury Wszechświata na każdym jego poziomie, przy czym Barbour redukuje wszystkie poziomy organizacji Wszechświata do jednego poziomu opisywanego w ramach Platonii. Wydaje się zatem, że, odwrotnie niż Heller, Barbour dąży najpierw do ustalenia, jaka jest rzeczywistość, a dopiero później chce do owej ontologicznej wizji dopasować teorie fizyczne. U Barboura ontologia danej teorii fizycznej (względnie danego modelu Wszechświata) wyprzedza samą teorię czy też sam ów model, czyli przyjęta ontologia ma poprzedzać jakiegokolwiek opisy Wszechświata. Oznacza to, że prezentowana przez Barboura ontologiczna wizja rzeczywistości ma być uprzednia w stosunku do teorii naukowych, a także w stosunku do danych eksperymentalnych wyjaśnianych w świetle owych naukowych teorii. Co prawda autor *The End of Time* wskazuje na możliwość falsyfikacji swego modelu. Chodzi o takie dane, w których świetle redukcja funkcji falowej byłaby interpretowana jako realnie zachodzący proces⁶⁶⁹. Dlaczego to akurat miałyby stanowić dowód na niesłuszność aczasowości postulowanej w modelu Platonii? Chodzi o zakładaną przez Barboura fundamentalność poziomu kwantowego oraz fundamentalność teorii ów poziom opisującej, czyli o mechanikę kwantową właśnie. O ile w mechanice klasycznej oraz teorii względności realność czasu można uznać za narzuconą tym teoriom przez nas jako osoby żyjące i poznające Wszechświat z perspektywy kapsuł czasu, tak na poziomie kwantów oraz opisu mechaniki kwantowej owych iluzji czasu przez nas wytworzonych już nie ma. Tym samym odrzuca Barbour możliwość, że czas mógłby pełnić na poziomie kwantowym funkcje zewnętrznego parametru lub zmiennej dynamicznej. Wszystko w Platonii ma się odbywać poza czasem. Jeżeli zatem okazałoby się, że postulowana redukcja funkcji falowej według klasycznego wzorca (czyli zależnego od

⁶⁶⁸ Chodzi o tzw. „empirystyczny instrumentalizm całościowy” zapoczątkowany przez P. Duhema oraz kontynuowany przez W. Quine’a, którego omówienie można znaleźć np. w: K. Zamiara, dz. cyt., s. 557–560. Zwłaszcza, stwierdza Zamiara, że „skoro żadnemu zdaniu nie można przyporządkować w sposób jednoznaczny określonego, obserwowalnego stanu rzeczy, to zarówno językowy (składniowy) sens terminów, jak i ich semantyczne odniesienie przedmiotowe [...] są wytworem ludzkim [...]”. Konwencjonalny charakter warstwy semantycznej wynika stąd, że jest ona wyznaczona na gruncie systemu wcześniejszych rozstrzygnięć ontologiczno-semantycznych (tzw. systemu koordynacyjnego), stanowiącego rezultat empirycznie nie zdeterminowanych decyzji”, tamże, s. 559.

⁶⁶⁹ Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 360.

czasu) miałyby swoje bezpośrednie empiryczne przejawy w pewnych zjawiskach fizycznych, to całość wizji Platonii jako czegoś aczasowego zostałaby podważona.

Wracając do głównego problemu, należy stwierdzić, że nierealność czasu, względnie aczasowość Wszechświata, jest w modelu Wszechświata Platonii z góry zakładana, stanowi wręcz ontologiczne założenie całej koncepcji. Do tego założenia powinny być dopasowane wszystkie teorie fizyczne nawet wówczas, gdy owe teorie, posługując się czasem realnym, bardzo dobrze radzą sobie z opisem danych pochodzących z doświadczenia empirycznego⁶⁷⁰. Nasze zaś doświadczanie czasu jako czegoś posiadającego pewne – znane powszechnie – własności (np. że czas zdaje się przemijać, płynąć itp.), a także nasze doświadczenie historii – czyli tego, że wszystko, co się wokół nas wydarza, wydaje się być uporządkowane pod względem czasowym, ma być wynikiem specyficznego działania naszego umysłu⁶⁷¹. Jednakże owo działanie ludzkiego umysłu, czyli produkowanie iluzji czasu, można wytłumaczyć przez odwołanie się do pewnych aczasowych struktur. Owe struktury określane jako kapsuły czasu, będąc same w sobie czymś statycznym, powodują w nas, istotach posiadających świadomość, wspomnianą już iluzję czasowości otaczającej nas rzeczywistości. Natomiast naszą świadomość taką, jaka ona jest, czyli z całym bagażem towarzyszących nam iluzji czasu, ruchu, zmiany itd., można z kolei wytłumaczyć przez odwołanie się do chwilowego stanu naszego mózgu. Stan świadomości w danej chwili będzie pochodną konfiguracji przestrzennej określonych atomów tworzących nasz mózg. Jednocześnie Barbour dodaje zaskakującą tezę o tym, że świadomość w ujęciu całościowym może rozciągać się na więcej niż jedno

⁶⁷⁰ Jest to zgodne z przyjętym empirystycznym instrumentalizmem całościowym. Jeden z jego twórców, P. Duhem, wykazywał, „że między dowolnym zbiorem danych empirycznych a odpowiadającymi im prawami naukowymi fizyki nie zachodzi nigdy jednoznaczny i stały związek: dany zespół »faktów« da się uzgodnić z wieloma różnymi prawami ilościowymi, wyrażonymi w postaci określonych zależności funkcyjnych między odpowiednimi wielkościami. Ten zbiór danych empirycznych można zatem odtworzyć i przedstawić w postaci różnych układów zależności ogólnych, przy czym układy te są empirycznie nieodróżnialne od siebie pod względem adekwatności. Wynika stąd, że żadne dane empiryczne nie mogą być podstawą definitywnego rozstrzygnięcia o prawdziwości czy fałszywości jakiegoś prawa naukowego fizyki. Wybór i akceptacja praw tego rodzaju zależą – zdaniem Duhema – od wielu czynników o charakterze pozaempirycznym: od celu, jakiemu ma służyć prawo, od jego prostoty, od tego, czy jest ono konsekwencją uznanej w danym czasie przez badaczy teorii itp.», K. Zamiara, dz. cyt., s. 557–558.

⁶⁷¹ Była już o tym mowa w poprzednim podrozdziale.

*Now*⁶⁷². Jest to konsekwencją istnienia w Platonii pewnych rozgałęziających się włókien obrazujących bardziej prawdopodobne, z punktu widzenia możliwości ujęcia ich za pomocą teorii fizycznych, *Nows*. Oczywiście każde *Now* nadal stanowi pewne oddzielne uniwersum. Niemniej, w jakiś tajemniczy sposób, nasz umysł może się ze swoimi alternatywnymi wersjami łączyć. Można to chyba wytłumaczyć przez odwołanie się do użytej przez Barboura metafory nut i melodii, tzn. jeżeli mózg stanowi partyturę, zaś nasz umysł ma być melodią zawartą w tej partyturze, to w przypadku istnienia wielu różnych partytur, jeżeli są one wykonywane jednocześnie (a tak się dzieje, gdyż wszystkie chwilowe konfiguracje naszego mózgu są podzbiorami określonych *Now*, które istnieją wszystkie na raz), wtedy to melodia zawarta w każdej z nich łączy się w jedną wspólną melodię⁶⁷³. Każda w tych alternatywnych wersji nas samych różni się odrobinę od pozostałych (tak jak każde *Now* w Platonii jest nieco różne od innych *Nows*). Biorąc je wszystkie na raz, w naszej świadomości w danej chwili pojawia się – jako abstrakt – świadomość zawarta w innych *Nows*, my zaś to interpretujemy np. jako pamięć o naszych wcześniejszych stanach umysłu, a także jako wspomniane już iluzje czasu, ruchu czy też iluzję istnienia jakiegokolwiek zmiany w statycznej rzeczywistości. Jeżeli czymś realnym są tylko chwilowe konfiguracje materii, stanowiące poszczególne *Nows*, to w sporze między eternalizmem a prezentyzmem należy zakwalifikować Barboura jako jedyne spośród omawianych autorów zwolennika prezentyzmu. Przy czym Barbour oczywiście nie będzie traktować teraźniejszości, którą stanowi dane *Now*, jako dziedziny czasu, gdyż czas według niego jest czymś nierealnym.

Podsumowując, należy stwierdzić, że pod tym względem strumień naszej świadomości ma podobną budowę jak nierzeczywisty (w tym przypadku chodzi o nierealność) strumień czasu. Jest po prostu abstraktem, ujmującym różnice pomiędzy pewnymi podzbiorami różnych *Nows* (w przypadku czasu chodzi o ujęcie różnic dotyczących całości badanych *Nows*). W rzeczywistości materialnego Wszechświata utożsamionego przez Barboura z nieruchomością i statyczną przestrzenią fazową możliwych konfiguracji (czyli układów

672 Zob. J. Barbour, *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, dz. cyt., s. 323–324.

673 Oczywiście abstrahuję od tego, czy owa melodia byłaby możliwa do wysłuchania, czy też byłaby kakofonią. Niemniej nie o to w tym chodzi, lecz o wskazanie jakieś poza-fizycznej płaszczyzny, na której może następować komunikacja tego, czego nie daje się ująć za pomocą tylko i wyłącznie struktur materialnych, czyli konfiguracji materii. W ten sposób ratuje się Barbour przed bardzo silnym redukcjonizmem, ale wkracza tym samym na nieznane terytorium, gdzie zakłada on – mimo wszystko – istnienie nieobserwowalnej oraz nieoddziałującej z niczym innym substancji.

przestrzennych) materii (*Nows*) zwanej Platonią ani czas, ani ruch, ani zmiana, ani nawet świadomość taka, jaką znamy i jakiej doświadczamy, nie istnieją realnie. Dla wszystkich tych fenomenów znajduje Barbour miejsce poza realnością utożsamioną z byciem czymś materialnym, czyli oddziałującym, obserwowalnym oraz przestrzennym⁶⁷⁴. Aby próbować ratować realne istnienie czasu w modelu Platonii, należałoby wykroczyć poza klasycznie rozumiany realizm. Można, posługując się rozróżnieniami poczynionymi przez Augustynka w zakresie możliwych typów realizmu ontologicznego, wskazać na realizm pojęciowy jako na adekwatny w tym zakresie, gdyż dopuszcza on istnienie abstraktów, które nie oddziałują i nie są obserwowalne⁶⁷⁵. A czymś takim właśnie wydaje się być czas według Barboura. Jednakże autor *The End of Time* czegoś takiego nie czyni, lecz pozostaje na stanowisku, że czas nie istnieje realnie, gdyż jest abstraktem. Oznacza to, że w zakresie ujmowania ontycznego statusu czasu Barbour trwa na stanowisku skrajnego arealizmu. Wiąże się z tym jedna podstawowa trudność. Otóż w takim przypadku nie tylko czas okazuje się być czymś nierealnym, ale również i nasza świadomość. Będąc takim samym abstraktem jak czas, wydaje się być ona tak samo nierealna. Oznacza to, że Barbour, chcąc być konsekwentnym w swych poglądach, powinien postulować, że nasza świadomość również nie istnieje. Czegoś takiego jednak nie czyni, co więcej, tłumaczy on realność naszej świadomości poprzez realność struktur tworzących nasz mózg. W przypadku czasu zaś realność „kapsuła czasu” nie przemawia za realnością czasu jako takiego. Niemniej tego typu niekonsekwencja wydaje się możliwa do utrzymania na gruncie przytoczonego wyżej stanowiska empirystycznego instrumentalizmu całościowego, którego zwolennikiem wydaje się być autor modelu Wszechświata Platonii.

⁶⁷⁴ Por. M. L. Hohol, dz. cyt., s. 115–116.

⁶⁷⁵ Augustynek wyróżnia trzy podstawowe typy realizmu ontologicznego. Realizm klasyczny według niego jest poglądem, w ramach którego uznaje się istnienie tylko przedmiotów konkretnych, oddziałujących i obserwowalnych. Drugim realizmem jest realizm teoretyczny, którego zwolennicy uznają dodatkowo istnienie przedmiotów, które nie są obserwowalne, aczkolwiek są konkretne i oddziałujące. Trzeci z kolei typ realizmu, czyli realizm pojęciowy, jest to pogląd, którego zwolennicy uznają że mogą istnieć abstrakty (czyli nie-konkrety według terminologii stosowanej przez Augustynka), które nie oddziałują oraz nie są obserwowalne; zob. Z. Augustynek, *Trzy realizmy*, w: *Co istnieje? Antologia tekstów ontologicznych z komentarzami*, t. 1, red. J. Jadacki, T. Bigaj i A. Lissowska, Warszawa: Petit, 1996, s. 209.

4.3 ZNACZENIE ONTOLOGII TEORII FIZYKALNYCH DLA METAFIZYKI CZASU

W ostatnim podrozdziale niniejszej pracy chciałbym ostatecznie podsumować dokonane analizy wraz z odniesieniem się do zaproponowanej przeze mnie hipotezy, a także spróbować rozważyć problem znaczenia ontologii towarzyszących aczasowym modelom Wszechświata dla zagadnienia istnienia i natury czasu. Zanim jednak tego dokonam, chciałbym omówić jeszcze dwie kwestie, które wydają się ważne z punktu widzenia prowadzonych rozważań. Po pierwsze, chciałbym zastanowić się nad różnicą pomiędzy naukami przyrodniczymi a filozofią w zakresie rozumienia przez te dziedziny problemu czasu. Po drugie – wytłumaczyć się z użycia terminu „ontologia towarzysząca”.

Tak jak filozofia różni się od nauk przyrodniczych, tak też rozumienie czasu w obydwu dziedzinach wydaje się być odmienne. Niektórzy wręcz zupełnie rozdzielają płaszczyzny filozofii i nauk przyrodniczych⁶⁷⁶. Radykalizm w tej kwestii prowadzi do poglądu, że filozofia jest dociekaniem tylko w takich kwestiach, które dla nauk przyrodniczych są niedostępne. Z kolei nauki przyrodnicze w swym poznaniu mają być ograniczone wyłącznie do sfery zjawisk i wiążących je relacji. Zupełnie pomijane mają być zagadnienia związane z istotą czy też naturą owych zjawisk. Jeszcze bardziej unika się poruszania kwestii dotyczących całej rzeczywistości. Może to skutkować dojściem do swoistego dualizmu w postrzeganiu rzeczywistości. W ramach takiego podejścia, w odniesieniu do zagadnienia czasu, pojawia się postulat, aby filozoficzne rozważania o czasie były zupełnie oddzielone od przyrodniczych koncepcji czasu. Na przykład Hanna Buczyńska-Garewicz w swoich *Metafizycznych rozważaniach o czasie* stwierdza: „istnieją inne niż fizykalne

⁶⁷⁶ Chodzi o tak zwaną teorię rozdziału płaszczyzn poznawczych filozofii i nauk przyrodniczych. Teoria rozdziału płaszczyzn poznawczych stanowiła odpowiedź tomistów na zarzuty wysuwane przez pozytywistów i neopozytywistów, którzy poszukiwali kryterium diametralnego rozgraniczenia między jedynie wartościowym – według nich – poznaniem z zakresu nauk przyrodniczych a nienaukowym dyskursem filozoficznym; zob. A. Lemańska, *Filozofia przyrody a nauki przyrodnicze. Wybrane zagadnienia z teorii filozofii przyrody*, Warszawa: Wydawnictwo ATK, 1998, s. 75–78. Z kolei Józef Turek mówi o tzw. epistemologiczno-metodologicznej odrębności nauk szczegółowych i filozofii: „Jeżeli bowiem między naukami szczegółowymi a filozofią udałoby się przeprowadzić wyraźną linię demarkacyjną, to w praktyce musi to oznaczać konsekwentne oddzielenie od siebie tych dwóch dziedzin ludzkiej wiedzy, jakimi są nauki szczegółowe i filozofia, i to zarówno w płaszczyźnie dynamicznej (nauka jako proces), jak i statycznej (nauka jako wytwór). Tego bowiem wymaga wewnętrzna spójność, tożsamość, jednolitość i w efekcie autonomiczność każdej z tych dziedzin”, J. Turek, *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, dz. cyt., s. 9.

wymiary rzeczywistości, jak i inne aspekty czasu, których fizyka ani nie chce, ani nie potrafi rozświetlić i które wymagają innego rodzaju refleksji. [...] Te, inne niż fizyczny, sensory czasu nie są urojeniem, ani wtórną konstrukcją nadbudowaną nad czasem fizycznym, ani też nie są szczególnym nienaukowym przeżyciem czasu fizycznego, ani nawet mitycznym niedouczeniem. Przeciwnie, są one niemniej »prawdziwe« niż czas zegara»⁶⁷⁷. W kontekście przytoczonych słów można postawić pytanie o charakter owego »dualizmu« dotyczącego czasu. Czy jest to tylko dualizm na poziomie epistemologicznym, czy też sięga on głębiej na poziom ontologii. Chodzi o to, czy mamy różne wymiary jednego czasu, czy też każdy taki wymiar czasu stanowi – mówiąc metaforycznie – odrębny »wszechświat«.

Gdyby miało się okazać, że to, co mówi się w naukach przyrodniczych na temat czasu nie ma żadnego znaczenia dla filozofii, wtedy można by uznać prowadzone w niniejszej pracy rozważania za niepotrzebne dla filozofii czasu. Sytuacja taka wydaje się być jednak wysoce niezadowolająca. Wydaje się, że analiza sposobu, w jaki nauki fizyczne ujmują problem czasu, może być wielce pomocna dla filozoficznych badań nad czasem. Niezależność na poziomie epistemologiczno-metodologicznym, wbrew radykalnym stanowiskom, nie wyklucza bowiem dialogu pomiędzy naukami szczegółowymi a filozofią⁶⁷⁸. Nauki filozoficzne, od momentu wydzielenia się z nich nauk przyrodniczych, przeważnie żywo reagowały na doniosłe rozstrzygnięcia pojawiające się w ramach tych ostatnich. Obecnie zaś niestety można spotkać się z sytuacją, że wbrew deklaracjom współpracy i interdyscyplinarności, binarność podziału wiedzy na »naukową« i »wszelką inną« wydaje się pogłębiać. Jeżeli następuje dialog, to jedynie pomiędzy przedstawicielami

⁶⁷⁷ Por. H. Buczyńska-Garewicz, *Metafizyczne rozważania o czasie. Idea czasu w filozofii i literaturze*, dz. cyt., s. 6–7.

⁶⁷⁸ Jako przykład takiego podejścia mogą posłużyć poglądy Józefa Turka, który stara się pokazywać, że pomiędzy naukami szczegółowymi a filozofią istnieją różnorodne i wieloaspektowe powiązania, które domagają się ujęcia za pomocą postulowanych przez tegoż autora »filozoficznych interpretacji faktów naukowych«. »W podejściu tym chodziłoby nie tyle o akcentowanie aktywnej roli wiedzy filozoficznej w procedurach interpretacyjnych i wyraźne przeciwstawianie jej pasywnie i biernie traktowanej wiedzy naukowej, której byłby »narzucany« filozoficzny punkt widzenia [co stałoby w opozycji do powszechnie uznawanej odrębności epistemologiczno-metodologicznej nauk szczegółowych i filozofii], lecz o obopólne, wzajemne ich oddziaływanie na siebie, w trakcie których czynnik interpretujący, a więc wiedza filozoficzna, mógłby również podlegać różnego rodzaju wpływom ze strony nauki«. W szczególności chodziłoby z jednej strony o funkcję eksplanacyjną też filozoficznych w stosunku do faktów naukowych, z drugiej zaś o zabiegi testujące tezy filozoficzne przez dane naukowe; J. Turek, *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, dz. cyt., s. 17.

poszczególnych nauk przyrodniczych z pominięciem humanistyki czy sztuki. Swego rodzaju okopywanie się filozofów (czy też szerzej humanistów) z jednej strony, a z drugiej strony trwanie przyrodników na „z góry upatrzonych pozycjach” wydaje się być przejawem współczesności⁶⁷⁹. Być może wynika to z ogromnej specjalizacji, jaka nastąpiła w niemal wszystkich dziedzinach życia, w tym również na gruncie nauk przyrodniczych, ale też i w filozofii. Można za Janem Woleńskim przytoczyć prognozę, której dokonał Bertrand Russell w tej kwestii. „Prawie 100 lat temu [Russell] mówił, że rozwój nauki polega na tym, że wiemy coraz więcej o coraz mniejszych sferach rzeczywistości. A zatem w przyszłości będziemy wiedzieć wszystko o niczym”⁶⁸⁰. Woleński nie uważa, żeby prognoza Russella w pełni się zrealizowała. Choć nie da się już spoić w jedną całość współczesnej nauki, a specjalizacja badaczy będzie narastać, to potencjalna współpraca i porozumienie pomiędzy przedstawicielami różnych dziedzin wciąż są możliwe. Co więcej, filozofowie są nawet w lepszej sytuacji, gdyż oni, w odróżnieniu od przedstawicieli nauk szczegółowych, wciąż – według Woleńskiego – zajmują się wszystkim. „Potrzeba zrozumienia świata jest potrzebą filozoficzną i ona nigdy się nie skończy. Dlatego wielcy uczeni to zawsze wybitni filozofowie”⁶⁸¹. Woleński tymi słowami charakteryzuje postawę badaczy, którzy próbują, w ramach swoich dziedzin badawczych, opisywać świat i jego działanie. Ci z nich, którzy mają na tym polu znaczące osiągnięcia, bardzo często dochodzą do granic obrazu rzeczywistości nakreślonego przez daną konkretną dziedzinę nauki. Szukając dalej zrozumienia świata, badacze mogą zacząć szukać nowych horyzontów. To z kolei, w wielu przypadkach niechybnie, prowadzi ich poza dotychczas uprawianą dziedzinę. Te poszukiwania mogą skończyć się „w objęciach” filozofii. Oczywiście jakość owej filozofii, uprawianej na przykład przez wybitnego fizyka, będzie zależała od jego przygotowania w dziedzinie filozofii, od świadomości metodologiczno-epistemologicznej i innych

679 Zob. Z. Sajdek, *Ile nauk, tyle czasów? Głos pokonferencyjny*, w: *Wymiary czasu*, dz. cyt., s. 268. Sajdek mówi o tym, że jeszcze sto lat temu nowe teorie na gruncie fizyki, na przykład teoria względności Einsteina, powodowały znaczną reakcję na gruncie humanistyki. Co więcej, w swojej ocenie interdyscyplinarności konferencji „Wymiary czasu” dochodzi Sajdek do stwierdzenia, że „nawet referaty z dziedziny filozofii, na gruncie której można by się spodziewać przynajmniej podjęcia próby poczynienia pewnej syntezy sądów o czasie, formułowanych przez humanistów [...] oraz przyrodników [...], okazały się paradoksalnie może najbardziej hermetyczne”. Większość prelegentów stara się uprawiać swoją dziedzinę badań bez żadnych „niepożądanych zakłóceń z zewnątrz”.

680 *Filozofia, głupcze!* – wywiad z Janem Woleńskim, „Gazeta Wyborcza”, 05.12.2013, s. 15.

681 Tamże.

czynników, jak chociażby obowiązującego w danej nauce paradygmatu, czy wręcz obowiązującego w danym środowisku naukowym światopoglądu.

Dlatego też filozof powinien zachować szczególną ostrożność i swego rodzaju metodologiczną czujność w kontaktach z filozofującymi przedstawicielami nauk przyrodniczych. Niemniej wydaje się uprawnionym twierdzenie, że bez względu na deklaracje i mimo wspomnianego już „okopywania się” przez część badaczy w swoich dziedzinach (co może skutkować różnego rodzaju próbami redukcjonowania danego zagadnienia tylko do ram określonych przez uprawianą naukę i stosowaną w niej metodę badawczą), pewne kwestie będą wymagały wyjścia poza dotychczasową perspektywę badawczą. Wciąż będą istnieć takie problemy, których rozwiązanie wymagać będzie całościowego, czy też interdyscyplinarnego podejścia⁶⁸². Przeważnie będą to problemy mające swoją genezę w filozofii, a które, w pewnych swych aspektach, zostały „przejęte” przez nauki szczegółowe. Pomimo tego ostateczne i całościowe wyjaśnienie tych zagadnień będzie wymagało powrotu na płaszczyznę filozofii⁶⁸³. I właśnie w kwestiach dotyczących czasu, zdaniem niektórych, interdyscyplinarne podejście może pomóc przezwyciężyć piętrzące się trudności⁶⁸⁴. Co więcej, być może pewne wnioski, do których

⁶⁸² „Właściwie każde ważniejsze osiągnięcie w naukach szczegółowych poddawane jest mniej lub bardziej wyraźnym zabiegom filozoficznych wyjaśnień. Tak jest np. w przypadku powszechnie przyjmowanego w kosmologii Wielkiego Wybuchu, który właściwie od samego początku jego pojawienia się stanowił obiekt nie tylko wyjaśniania naukowego, ale i filozoficznego. Oprócz bowiem zwykłych badań naukowych i poszukiwań odpowiedzi na pojawiające się w tym względzie pytania naukowe niemal równolegle wysuwane są pytania o wyraźnie filozoficznym charakterze, zmierzające do ostatecznych w tym względzie wyjaśnień metafizycznych”, J. Turek, *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, dz. cyt., s. 86–87.

⁶⁸³ Por. A. Łukasik, dz. cyt., s. 210. Z kolei Józef Turek wskazuje na dwa powody owego powrotu: „Poszukiwanie takiego wyjaśniania [chodzi o filozoficzne wyjaśnianie faktów naukowych] ma swoje źródło z jednej strony w naturalnych ograniczeniach nauk szczegółowych, które ze względu na stosowane metody nie są w stanie podejmować pewnych zagadnień i udzielać zasadnych i zadowalających odpowiedzi na pojawiające się w ich kontekście pytania. Z drugiej natomiast strony taka też jest natura człowieka, który w swych zainteresowaniach poznawczych stawia również pytania o charakterze filozoficznym, sięgające dalej i głębiej, poza samą tylko wiedzę naukową”. Co więcej, Turek wyraża opinię, że nawet z tym fragmentem wiedzy naukowej, jakim są sformalizowane systemy dedukcyjne, związana jest pewna „problematyka ontologiczna jawiąca się jako nieodłączna implikacja tych systemów”, J. Turek, *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, dz. cyt., s. 87.

⁶⁸⁴ Zob. M. Heller, *Wieczność, czas, kosmos*, dz. cyt., s. 7–9. „Zagadnienie czasu – pisze Heller – łączy odległe od siebie dziedziny myśli: czas jest problemem dla filozofii, wiele na temat czasu mają do powiedzenia nauki empiryczne, zwłaszcza kosmologia”, tamże, s. 9.

dochodzi się w ramach nauk empirycznych, mogą rzucić nowe światło na stare problemy – tj. przynieść nowe informacje, mogące „zmienić oblicze czasu”. „Jeżeli wieczność rozumieć jako pewnego rodzaju sposób istnienia aczasowego, to we współczesnej fizyce teoretycznej i kosmologii istnieją poważne racje, przemawiające za tym, że czas, w którym dokonuje się ewolucja Kosmosu, wyłonił się z wieczności: pierwszy etap istnienia Wszechświata był odmierzany nie strumieniem upływającego czasu, lecz kwantowymi korelacjami pomiędzy fluktuacjami próżni. Czyżby Platońska doktryna o tym, że czas jest »obrazem wieczności« doczekała się odpowiednika we współczesnej nauce?”⁶⁸⁵. Powyższe słowa Hellera, abstrahując w tym miejscu od samej treści hipotezy przedstawionej przez laureata Nagrody Templetona, obrazują pewne napięcie, jakie w kwestiach związanych z czasem pojawia się pomiędzy naukami przyrodniczymi i filozofią. Te i inne „napięcia” są ciekawym przedmiotem rozważań dla filozofa przyrody. Zwłaszcza że dane pochodzące z nauk przyrodniczych mogą stanowić fakty, które można konfrontować z pewnymi tezami filozoficznymi⁶⁸⁶, a to, gdy zostanie zastosowane do problemów związanych z czasem, może pomóc w rozwikłaniu odwiecznej filozoficznej jego zagadki.

Przechodząc do kolejnego zagadnienia, czyli do stosowania przeze mnie terminu „ontologia towarzysząca”, chciałbym podkreślić, że używając tego określenia, staram się zaznaczyć bardziej luźny związek pomiędzy daną ontologią a analizowanymi modelami niż to ma miejsce w przypadku określeń używanych przez innych autorów, np. „ontologia postulowana” lub „ontologia danej teorii empirycznej”, czy też „*univers de discours* danej teorii”⁶⁸⁷. Niemniej funkcja, jaką pełni owa „ontologia towarzysząca”, jest analogiczna w stosunku do wyżej wymienionych ontologii. Jednakże, w świetle wniosków wynikających z analizy modelu Wszechświata Platonii, chciałbym zwrócić uwagę na to, że czasami związki pomiędzy daną teorią fizyczną, czy też modelem kosmologicznym, a ontologią mającą z tej teorii, czy też z modelu, wynikać, nie muszą być wcale jednoznacznie określone⁶⁸⁸. Nie chcę też odrzucać poglądów Barboura w tym zakresie, gdyż również

⁶⁸⁵ Tamże.

⁶⁸⁶ Chodzi o metodę uprawiania filozofii przyrody, jaką będzie metoda stawiania hipotez i konfrontowania ich z danymi faktycznymi, gdzie fakty będą tworzone zarówno przez dane pochodzące z poznania potocznego, jak i dane płynące z nauk przyrodniczych; zob. A. Lemańska, dz. cyt., s. 152–156.

⁶⁸⁷ Por. M. Heller, *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, dz. cyt., s. 147.

⁶⁸⁸ Por. tamże, s. 148.

„ontologiom towarzyszącym” pozostałym analizowanym w niniejszej pracy modelom, można przypisać pewne, niekonieczne w stosunku do samego modelu Wszechświata, „dodatki”. W przypadku Juliana Barboura jednak ów rozdźwięk między informacjami o Wszechświecie, których dostarcza model Platonii, a niektórymi twierdzeniami autora *The End of Time* o charakterze ontologicznym jest dość wyraźny. Chodzi o wspomniane już dopuszczanie istnienia świadomego podmiotu, którego status ontyczny jest analogiczny w stosunku do statusu ontycznego czasu. Ten zaś z kolei jest uznawany przez Barboura za nierealny.

Przy takim ujęciu zagadnienia, można wysnuć wniosek, że „ontologie towarzyszące” mogą wywierać dodatkowy wpływ na budowany obraz rzeczywistości. Przy czym „ontologia towarzysząca” powinna zostać wyraźnie odróżniona od informacji o strukturze świata materialnego, pochodzących bezpośrednio z danego modelu Wszechświata. Istotne z punktu widzenia filozofii przyrody jest rozróżnianie tego typu składników w obrazie świata budowanym za pomocą informacji o strukturze świata materialnego pochodzących z nauk przyrodniczych. Oczywiście należy zwrócić uwagę na to, że sumaryczna „czystość”⁶⁸⁹ owych informacji będzie uzależniona również od „czystości” ontologii towarzyszącej danej teorii empirycznej, czyli od tego, czy w danej ontologii nie pojawia się zbyt wiele twierdzeń, które nie wynikają z twierdzeń danej teorii. Oczywiście nie da się takich twierdzeń wyeliminować całkowicie, o czym była już wyżej mowa. Jeżeli chodzi o koncepcje analizowane w niniejszej pracy, to „najczystsza” pod tym względem ontologią towarzyszącą wydaje się być ontologia towarzysząca modelowi Wszechświata nieprzemienne. Niemniej informacje płynące z ontologii towarzyszących pozostałym analizowanym modelom są również cenne dla poszukiwanego obrazu tej rzeczywistości, jaką jest czas. Czego zatem można się dowiedzieć o czasie z badanych modeli oraz ontologii im towarzyszących? Poniżej przedstawiam kilka końcowych wniosków na ten temat:

1. Czas nie jest koniecznym elementem struktury Wszechświata.
2. Jeden z poziomów organizacji struktury Wszechświata jest aczasowy.
3. Aczasowy poziom Wszechświata ma specjalny status, jest poziomem fundamentalnym względem innych poziomów jego organizacji.
4. Czas, o ile się pojawia, ma swoje źródło w elementach fundujących czas, będących składnikami aczasowych modeli Wszechświata.

⁶⁸⁹ Nie znajduję lepszego określenia, choć zdaję sobie sprawę, że to określenie może się wydawać niejasne.

5. Status ontyczny czasu jest pochodną statusu ontycznego elementów fundujących czas, czyli np. czas nie będzie bardziej realny niż owe elementy.
6. Status ontyczny elementów fundujących czas zależy od ontologii towarzyszącej danemu modelowi.
7. Elementy fundujące czas stanowią warunek konieczny, choć niewystarczający, istnienia czasu na innych poziomach organizacji Wszechświata.
8. Ontologia towarzysząca danemu modelowi niesie ze sobą warunki wystarczające dla istnienia czasu na innych poziomach organizacji Wszechświata.
9. Na ontologię towarzyszącą danemu modelowi mają wpływ poglądy na temat epistemologicznej relacji między teorią a rzeczywistością.
10. Natura czasu (jego istotne własności) jest determinowana z jednej strony przez własności elementów fundujących czas, z drugiej zaś przez ontologię towarzyszącą danemu modelowi.
11. Można znaleźć uzasadnienie dla twierdzenia o realnym istnieniu czasu (dotyczy tylko modeli Hellera–Sasina i Hawkinga–Hartle’a).
12. Przyjęcie arealizmu w zakresie ujmowania czasu wymaga przyjęcia empirystycznego instrumentalizmu całościowego w zakresie epistemologicznej relacji pomiędzy teorią a rzeczywistością.

Powyższe tezy wymagają komentarza. Część z nich może stać się przedmiotem dalszych badań, a odpowiednie ich uszczegółowienie może być tematem kolejnych opracowań. Najbardziej wyraźną konsekwencją dla metafizyki czasu będzie to, że czas przestaje być koniecznym składnikiem struktury Wszechświata (teza nr 1). Wynika to z aczasowości głoszonej *explicitie* w modelach analizowanych w niniejszej pracy (teza nr 2). Owa aczasowość dotyczy co najmniej jednego poziomu organizacji Wszechświata, tzn. poziomu poniżej progu Plancka. Co więcej, ów poziom wydaje się mieć specjalny status – traktowany jest jako poziom fundamentalny struktury Wszechświata (teza nr 3). W związku z tym, warto zastanowić się nad dwiema sprawami. Po pierwsze, dlaczego ten poziom ma być poziomem fundamentalnym oraz po drugie, w jaki sposób autorzy modeli traktują inne poziomy organizacji Wszechświata? Odpowiadając w pierwszej kolejności na ostatnie pytanie, należy stwierdzić, że inne poziomy organizacji Wszechświata są w stosunku do poziomu Plancka wyraźnie ontologicznie słabsze. Co więcej, można wysnuć przypuszczenie, że, co najmniej na poziomie teoretycznym, powinno się dążyć (przynajmniej takie są deklaracje) do zredukowania innych poziomów organizacji Wszechświata do poziomu

określanego jako fundamentalny. Owa redukcja może przebiegać na dwóch poziomach: ontologicznym i metodologicznym. Na poziomie ontologicznym Heller i Barbour są zgodni. Hawking zaś zajmuje stanowisko agnostycyzmu w kwestii, który z poziomów jest naprawdę fundamentalnym poziomem rzeczywistości (Hawking przywołuje w tym względzie swoje stanowisko realizmu zależnego od modelu). Na poziomie metodologicznym zaś najbardziej radykalnym redukcjonistą okazuje się Barbour. Heller z kolei widzi możliwość budowania np. aczasowej dynamiki, niemniej nie artykułuje wprost konieczności odrzucenia teorii klasycznych. Hawking zaś wyraża pogląd, że nie należy ingerować w dobrze działające teorie, więc o żadnej redukcji, czy też próbach zastępowania klasycznej fizyki w obszarach, gdzie się ona dobrze sprawdza, nie może być mowy.

Przy redukcjonizmie w wersji ontologicznej dąży się również do tego, aby ów wyróżniony poziom był jedynym realnie istniejącym poziomem Wszechświata. Chociażby poprzez to, że ów poziom jest zawsze obecny od początku istnienia Wszechświata jako najwcześniejszy etap jego ewolucji, aż do teraz, gdy zjedziemy w badaniu struktury Wszechświata na poziom wielkości odpowiadający rozmiarom Plancka. Wydaje się, że autorzy analizowanych modeli doszli do tego przekonania na podstawie głębokiej wiary w tzw. jedność Wszechświata. Owa wiara zresztą – o czym była już mowa – stanowi również powód, dla którego inni naukowcy (fizycy teoretyczni, kosmologowie) starają się tworzyć teorie opisujące Wszechświat jako całość. Owo przekonanie w okresie pozytywizmu oraz wśród intelektualnych spadkobierców tej epoki (tzn. w scjentyzmie czy też neopozytywizmie) stało się swego rodzaju dogmatem. Wydaje się zatem, że podważenie istnienia fundamentalnego poziomu organizacji Wszechświata, utożsamianego przez autorów wszystkich modeli analizowanych w niniejszej pracy z poziomem poniżej progu Plancka, musi oznaczać jednoczesne zakwestionowanie wyżej wspomnianej jedności Wszechświata. Z drugiej strony zaś, jeżeli uznać za autorami analizowanych modeli, że ten poziom Wszechświata jest aczasowy, to również do pewnego stopnia teza o jedności Wszechświata staje się zagrożona, gdyż pojawia się swoisty dualizm: z jednej strony mamy aczasowy Wszechświat, a z drugiej Wszechświat z czasem. Powraca więc pytanie o to, czy można uznać, że są to dwa odrębne wszechświaty, czy też może dwa różne aspekty tego samego Wszechświata. Czy można przewyciężyć tę dychotomię? Co więcej, od odpowiedzi na to pytanie zależy również to, jakiego rodzaju teorią ostateczną będzie poszukiwana kwantowa teoria grawitacji. W szczególności jeżeli poszukiwana teoria ma być teorią ostateczną

cząstkową, wtedy to usunięcie owej dychotomii nie wydaje się konieczne. Zaś jeżeli kwantowa teoria grawitacji ma być kandydatką do miana teorii wszystkiego pierwszego lub drugiego poziomu, to w takim przypadku należy poszukiwać połączenia w jedno obydwu wymienionych wyżej Wszechświatów.

Ostatecznym potwierdzeniem słuszności analizowanych w niniejszej pracy modeli będą dane empiryczne pozyskane, ostatecznie, z poziomu makroskopowego, dostępnego (choćby nawet w sposób pośredni) dla nas ludzi i dla naszego standardowego, czyli czasowego sposobu pojmowania rzeczywistości⁶⁹⁰. Na makroskopowym poziomie również fizyka jest uprawiana skutecznie i zgodnie z przewidywaniami empirycznymi jako fizyka czasowa (w odróżnieniu od fizyki aczasowej, mającej obowiązywać na poziomie fundamentalnym lub, według Barboura, w ogóle na każdym poziomie organizacji Wszechświata). A więc ostateczne potwierdzenie adekwatności danego modelu Wszechświata będzie wymagało połączenia owego poziomu makroskopowego, na którym czasowość jest w pełni zadowalająca i nie budzi sprzeciwu fizyków, z poziomem poniżej progu Plancka, gdzie ma królować aczasowość. Wydaje się, że aby móc sprostać temu zadaniu, konieczna będzie modyfikacja obecnego paradygmatu nauk empirycznych w zakresie założenia o jedności Wszechświata. Owa modyfikacja powinna umożliwiać stworzenie takiej teorii, w której ramach żaden z poziomów organizacji Wszechświata nie będzie redukowany do jednego wyróżnionego poziomu⁶⁹¹. Wydaje się również zasadne, by wraz z taką modyfikacją paradygmatu nauk empirycznych została sformułowana „nowa zasada jedności Wszechświata”. Można ową zasadę określić roboczo jako np. „wielopoziomową metafizyczną zasadę jedności Wszechświata”. Oczywiście tego typu dociekania wykraczają dalece poza zakres niniejszej pracy, niemniej mogą stanowić interesujący obszar dalszych badań. W tym miejscu potrzebę przeprowadzenia wyżej wymienionych działań mogą jedynie sygnalizować. W stosunku do analizowanych modeli Wszechświata takie poszukiwania wydają się konieczne w przypadku modeli Hawkinga–Hartle’a oraz Barboura, zaś niekonieczne w przypadku modelu Hellera–Sasina. Wynika to z analizy dotychczas przywoływanych poglądów

⁶⁹⁰ Nasze myślenie oraz nasz język są czasowe – nawet sam Barbour widzi użyteczność używania języka czasowego, którego ontologiczną podstawą jest świat w którym czas jest czymś realnie istniejącym – choć on się od tej czasowości „programowo” odcina.

⁶⁹¹ Taki zabieg może prowadzić ku realizacji tego, co przez teorię wszystkiego rozumie John Barrow; por. J. D. Barrow, *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, dz. cyt.

autorów poszczególnych modeli, na których podstawie można umieścić każdy z modeli w ramach typologii dotyczącej teorii ostatecznych w naukach przyrodniczych. I tak, według deklaracji autorów modelu Wszechświata nieprzemiennego ich propozycja ma być docelowo jedynie teorią ostateczną częściową. Pozostałe modele zaś wydają się pretendować do pełnienia roli jednej z wersji – model Wszechświata Platonii homogenicznej, zaś model Wszechświata bez brzegów heterogenicznej – teorii wszystkiego.

Wracając do zagadnienia czasu i jego istnienia, to na podstawie wniosków przedstawionych w postaci tez nr 2, 3 oraz 4 można stwierdzić, że składają się one na hipotezę badawczą, jaka została postawiona w punkcie wyjścia niniejszej pracy, a mianowicie, że w modelach kosmologicznych, postulujących *explicite* aczasowość Wszechświata na poziomie poniżej proggu Plancka, można znaleźć elementy fundujące czas na innych poziomach jego organizacji. Owe elementy fundujące czas stanowią warunek konieczny istnienia czasu (teza nr 7), determinują jego własności (teza nr 10), zaś status ontyczny czasu będzie pochodną statusu ontycznego owych elementów (teza nr 5). Jednakże same elementy fundujące czas nie są wystarczające do tego, aby czas pojawił się w danym modelu, np. na wyższych poziomach organizacji struktury Wszechświata. Istnienie czasu powinna dopuszczać również ontologia towarzysząca danemu modelowi. To ona stanowi warunek wystarczający istnienia czasu (teza nr 8) oraz determinuje naturę czasu w danym modelu (teza nr 10). Jeżeli w ramach danej ontologii towarzyszącej zajmuje się pozycje po stronie arealizmu w zakresie ujmowania czasu – jak czyni to Barbour – wtedy to czas, nawet mimo uznania realności elementów go fundujących, nie może zaistnieć w danym modelu Wszechświata. Wszak „kapsuły czasu” w Platonii są realnie istniejącymi elementami struktury Wszechświata, a jednak, na mocy przyjętej przez Barboura ontologii towarzyszącej, czas pozostaje abstraktem, któremu realne istnienie nie przysługuje.

Ontologia towarzysząca ma również wpływ na status ontyczny elementów fundujących czas w poszczególnych modelach Wszechświata (teza nr 6). To zaś powoduje, że ontologia towarzysząca staje się centralnym elementem obrazu czasu, jaki wyłania się z danego modelu Wszechświata. Czy coś ma na ową ontologię wpływ? Okazuje się, że pojawia się trzeci czynnik, który kształtuje ontologię towarzyszącą danemu modelowi Wszechświata. Chodzi o pogląd na temat epistemologicznej relacji między teorią a rzeczywistością (teza nr 9). Ukazane w poprzednim podrozdziale różnice w tym zakresie pomiędzy Hawkingiem (instrumentalizm dualistyczny Carnapa) a Barbourem

(instrumentalizm całościowy Duhema i Quine'a) wydają się oddziaływać również na ostateczny wybór sposobu ujmowania czasu w danym modelu⁶⁹². Hawking okazał się być umiarkowanym realistą, zaś Barbour jest arealistą. Wydaje się zatem, że na podstawie modelu Wszechświata Platonii można wskazać na dodatkową prawidłowość dotyczącą powiązania między przyjmowanym stanowiskiem w zakresie statusu ontycznego czasu a stanowiskiem w zakresie relacji pomiędzy teorią a rzeczywistością (teza nr 12), tzn. przyjęcie arealizmu wymaga przyjęcia instrumentalizmu całościowego.

Tylko takie zestawienie tych dwóch stanowisk pozwala na trwałą eliminację czasu ze struktury Wszechświata nie tylko na poziomie poniżej progu Plancka, lecz również na innych poziomach jego organizacji. Co więcej, umożliwia to stawianie postulatu o konieczności przeformułowania dotychczasowych teorii fizyki w taki sposób, aby były one pozbawione pojęcia czasu. W innych przypadkach można znaleźć argumenty na rzecz realnego istnienia czasu (teza nr 11). Autorzy modelu Wszechświata nieprzemiennego, mimo zajmowania stanowiska mieszczącego się na pograniczu między realizmem a arealizmem w zakresie ujmowania czasu, widzą możliwość zaistnienia klasycznie rozumianego czasu na wyższych poziomach organizacji struktury Wszechświata. W przypadku tego modelu przyjmowanym stanowiskiem w zakresie relacji między teorią a rzeczywistością jest hipotetyczny realizm całościowy Poppera⁶⁹³. Należy jednak zaznaczyć, że teza nr 11 znajduje uzasadnienie tylko na bazie dwóch modeli (Wszechświata nieprzemiennego oraz Wszechświata bez brzegów), a zatem w stosunku do niej należy zaznaczyć mniejszy poziom asercji niż w przypadku pozostałych tez uzasadnianych na bazie trzech modeli Wszechświata.

Na zakończenie chciałbym jeszcze powrócić do katalogu pytań o czas, jaki został przedstawiony w pierwszym rozdziale i zestawić go z przedstawionymi wyżej tezami, będącymi konsekwencją analiz przeprowadzonych w stosunku do modeli Wszechświata bez brzegów, Wszechświata nieprzemiennego, Wszechświata Platonii oraz ontologii towarzyszących tym modelom (tabela 2):

⁶⁹² Zob. K. Zamiara, dz. cyt., s. 554–560.

⁶⁹³ Zob. tamże, s. 560–561.

Tabela 2

Zestawienie wniosków końcowych z katalogiem pytań o czas

	Wnioski końcowe z przeprowadzonych analiz	Katalog pytań o czas
1.	Czas nie jest koniecznym elementem struktury Wszechświata	Aspekt ontologiczny – pytanie o sposób istnienia czasu
2.	Jeden z poziomów organizacji struktury Wszechświata jest aczasowy	Aspekt ontologiczny – pytanie o istnienie czasu; pytanie o miejsce czasu na „drabinie bytów”
3.	Aczasowy poziom Wszechświata ma specjalny status, jest poziomem fundamentalnym względem innych poziomów jego organizacji	Aspekt ontologiczny – pytanie o miejsce czasu na „drabinie bytów”
4.	Czas, o ile się pojawia, ma swoje źródło w elementach fundujących czas, będących składnikami aczasowych modeli Wszechświata	Aspekt ontologiczny – pytanie o istnienie czasu; pytanie o naturę czasu
5.	Status ontyczny czasu jest pochodną statusu ontycznego elementów fundujących czas, czyli np. czas nie będzie bardziej realny niż owe elementy	Aspekt ontologiczny – pytanie o sposób istnienia czasu
6.	Status ontyczny elementów fundujących czas zależy od ontologii towarzyszącej danemu modelowi	Aspekt ontologiczny – pytanie o sposób istnienia czasu
7.	Elementy fundujące czas stanowią warunek konieczny, choć niewystarczający, istnienia czasu na innych poziomach organizacji Wszechświata	Aspekt ontologiczny – pytanie o istnienie czasu; pytanie o miejsce czasu na „drabinie bytów”
8.	Ontologia towarzysząca danemu modelowi niesie ze sobą warunki wystarczające dla istnienia czasu na innych poziomach organizacji Wszechświata	Aspekt ontologiczny – pytanie o istnienie czasu; pytanie o miejsce czasu na „drabinie bytów”
9.	Na ontologię towarzyszącą danemu modelowi mają wpływ poglądy na temat epistemologicznej relacji między teorią a rzeczywistością	Aspekt epistemologiczny – pytanie o poznanie czasu
10.	Natura czasu (jego istotne własności) jest determinowana z jednej strony przez własności elementów fundujących czas, z drugiej zaś przez ontologię towarzyszącą danemu modelowi	Aspekt ontologiczny – pytanie o naturę czasu Aspekt epistemologiczny – pytanie o sposób poznawania czasu

11.	Można znaleźć uzasadnienie dla twierdzenia o realnym istnieniu czasu (dotyczy tylko modeli Hellera–Sasina i Hawkinga–Hartle’a)	Aspekt ontologiczny – pytanie o sposób istnienia czasu
12.	Przyjęcie arealizmu w zakresie ujmowania czasu wymaga przyjęcia empirystycznego instrumentalizmu całościowego w zakresie epistemologicznej relacji pomiędzy teorią a rzeczywistością	Aspekt epistemologiczny – pytanie o poznanie czasu

W wyniku takiego porównania można zauważyć, że przedstawione wyżej twierdzenia oraz wcześniejsze analizy odpowiadają na co najmniej kilka pytań z katalogu pytań o czas. Zwłaszcza w zakresie aspektów ontologicznego oraz epistemologicznego w badaniach nad czasem. W szczególności odpowiadają na pytania dotyczące sposobu istnienia czasu oraz natury czasu. Na pytania szczegółowe dotyczące konkretnych własności czasu odpowiadają już poszczególne modele. W analizowanych modelach znaleźć można również odpowiedź na pytanie dotyczące związków między czasem a ruchem, czy też między czasem a dynamiką. Również w ramach przeprowadzonych analiz zostało ukazane, w jakim miejscu na drabinie bytów należy umieścić czas. W aspekcie epistemologicznym badań nad czasem również można, dzięki przeprowadzonym analizom modeli Wszechświata bez brzegów, Wszechświata nieprzemiennego oraz Wszechświata Platonii, ustosunkować się do niektórych pytań z tego zakresu. Co więcej, dzięki przeprowadzonym analizom można odpowiedzieć na pytanie dotyczące sposobu poznawania czasu, a w szczególności na pytanie o to, za pośrednictwem czego poznajemy naturę czasu i jego własności. Najmniej informacji zaś analizowane modele dostarczają w zakresie aspektu psychologicznego czasu, choć również i na ten temat można znaleźć interesujące informacje, płynące chociażby z modelu Wszechświata Platonii oraz z ontologii mu towarzyszącej.

Przeprowadzone analizy oraz wnioski wyciągnięte z tych analiz pokazują również, że w modelach kosmologicznych, a także w innych koncepcjach, które mają za zadanie opisać nasz Wszechświat w sposób całościowy, muszą znaleźć się elementy, które będą odpowiadać za to, że pojawi się w nich czas na pewnym poziomie organizacji jego struktury lub też (albo jednocześnie) na pewnym etapie jego ewolucji. Jest to warunkiem koniecznym do tego, aby móc uważać dany model kosmologiczny za model naszego Wszechświata, nie zaś za teoretyczny model jakiegoś wszechświata.

ZAKOŃCZENIE

Zasadniczym celem niniejszej pracy było ukazanie, że propozycje modeli, mających być połączeniem ogólnej teorii względności z mechaniką kwantową i zarazem mających umożliwiać opisanie struktury Wszechświata poniżej progu Plancka, mogą dostarczyć istotnych informacji na temat czasu i jego natury. Owe informacje mogą zostać wykorzystane w filozoficznych rozważaniach nad czasem, prowadzonych z pozycji filozofii przyrody, a także w innych dziedzinach filozofii. Generalnie uważam, że nie powinno się ignorować wyników płynących z nauk empirycznych dla tego typu zagadnień, do których należy zagadnienie czasu.

Modele Wszechświata bez brzegów, Wszechświata nieprzemienne oraz Wszechświata Platonii można umieścić w ramach zaproponowanej przeze mnie w pierwszym rozdziale typologii dotyczącej statusu ontycznego czasu. Podkreślenie w owej typologii istnienia pogranicza pomiędzy realizmem a arealizmem w zakresie ujmowania czasu pozwala na umieszczenie każdego z analizowanych modeli w jednej z kategorii zaproponowanego podziału. Model Wszechświata bez brzegów autorstwa Stephena Hawkinga i Jamesa Hartle'a będzie przynależeć w tym zakresie do umiarkowanego realizmu. W tym modelu zarówno klasycznie rozumiany „czas rzeczywisty”, jak i występujący na poziomie Plancka „czas urojony” mają taki sam status ontyczny, choć różnią się między sobą posiadanymi własnościami. Z kolei model Wszechświata nieprzemienne autorstwa Michała Hellera i Wiesława Sasina należy umieścić na pograniczu realizmu i arealizmu, gdyż z jednej strony strukturę Wszechświata odtwarza w tym modelu przestrzeń nieprzemienna, w której kategoria czasu nie występuje. Z drugiej strony jednak Wszechświat ma zachowywać w tym modelu swoje dynamiczne własności. Dzięki temu w nieprzemiennej algebrze, będącej podstawą opisu aczasowego i aprzestrzennego Wszechświata, można wyróżnić określoną strukturę (tzn. podzbiór owej wyjściowej algebry nieprzemiennej), która tworzy odpowiednik klasycznie rozumianego czasu. Tak skonstruowanego czasu nie można uznać za realnie istniejący, choć też nie można powiedzieć, że jest on czystą iluzją. Wreszcie trzeci z rozpatrywanych modeli,

czyli Wszechświat Platonii autorstwa Juliana Barboura, należy umieścić po stronie arealizmu w zakresie ujmowania czasu. W odróżnieniu od modelu Hellera–Sasina, który leży na pograniczu między realizmem a arealizmem, w modelu Barboura czas jest wyłącznie abstraktem, któremu nic w rzeczywistości nie odpowiada. Wrażenie istnienia czasu jako czegoś realnego jest wyłącznie iluzją wytwarzaną bądź to w samych teoriach z zakresu fizyki, które w swojej strukturze pojęciowej ujmują czas jako realnie istniejący oraz jako współtworzący strukturę Wszechświata, bądź to w ludzkim umyśle, jako wrażenie, które wraz z innymi wrażeniami, tj. wrażeniem realnego istnienia ruchu oraz wrażeniem zachodzenia zmian w świecie, tworzą obraz Wszechświata jako czegoś dynamicznego. Według Barboura zaś adekwatnym obrazem świata materialnego jest statyczna i aczasowa Platonia, będąca zbiorem wszystkich możliwych przestrzennych konfiguracji materialnej zawartości Wszechświata.

Szczegółowa rekonstrukcja poszczególnych modeli, wraz z omówieniem dokonanych przez ich autorów założeń oraz przedstawieniem sposobu budowania poszczególnych modeli, została dokonana w trzecim rozdziale niniejszej pracy. Te działania z kolei umożliwiły dokonanie w czwartym rozdziale rekonstrukcji kluczowych dla dalszych rozważań tzw. elementów fundujących czas w poszczególnych modelach.

Jednym z najważniejszych wniosków dotyczących czasu, które ujawniły przeprowadzone w niniejszej pracy analizy, jest stwierdzenie, że klasycznie rozumiany czas (czas rozumiany bądź jako parametr zewnętrzny, bądź jako tzw. czas wewnętrzny, bądź też jako zmienna dynamiczna układu badanego) nie jest koniecznym składnikiem struktury Wszechświata. Wszystkie omawiane modele opisują Wszechświat jako wyraźnie aczasowy na co najmniej jednym poziomie jego organizacji, tzn. na poziomie Plancka. Wpisuje się to w postulat akcentowany w ramach programu budowy kwantowej teorii grawitacji, a mianowicie, że poszukiwana kwantowa teoria grawitacji będzie musiała zrezygnować lub też mocno przeformułować takie pojęcia jak czas, czy też czasoprzestrzeń. Analizowane modele rezygnują z tych pojęć w opisie struktury Wszechświata na poziomie Plancka. Dzięki temu można w ramach tych modeli lepiej niż w standardowym modelu kosmologicznym opisać Wszechświat na najbardziej fundamentalnym poziomie jego struktury, a za taki powszechnie uznaje się poziom Plancka. Standardowy model kosmologiczny załamuje się w osobliwościach, a udowodnienie tzw. twierdzeń o osobliwościach uniemożliwiło zakwalifikowanie owego załamывania się standardowego modelu kosmologicznego jako skutku nadmiernych uproszczeń.

Wykrycie istnienia w omawianych modelach tzw. elementów fundujących czas ma duże znaczenie dla filozoficznych rozważań nad czasem. Po pierwsze, stanowi to silny argument za postawioną przeze mnie w punkcie wyjścia hipotezą, że w modelach kosmologicznych postulujących aczasowość Wszechświata na poziomie Plancka istnieją takie elementy owych modeli, które fundują czas np. na wyższych poziomach jego organizacji. Po drugie, elementy fundujące czas są odpowiedzialne za status ontyczny czasu w danym modelu. W szczególności stanowią warunek konieczny jego istnienia. Czas, o ile się pojawia, nigdy nie będzie bardziej realny niż owe elementy. W modelu Wszechświata bez brzegów tym elementem będzie przeobrażająca „czas urojony” w „czas rzeczywisty” operacja zmiany metryki z Euklidesowej na Lorentzowską w strukturze matematycznej opisującej Wszechświat. Elementami fundującymi czas w modelu Wszechświata nieprzemienne będą elementy algebry tworzącej przestrzeń nieprzemienne oraz pewne działania przeprowadzone na tej przestrzeni. W pierwszej kolejności chodzi o wyodrębnienie podzbioru owej wyjściowej algebry, czyli przestrzeni ilorazowej, na której można zbudować tzw. czas zależny od stanu. Następne działania będą prowadzić do utworzenia kolejnego podzbioru algebry tworzącej wyjściową przestrzeń nieprzemienne, dzięki czemu można zbudować tzw. czas niezależny od stanu. W modelu Wszechświata Platonii elementami fundującymi czas są pewne struktury określane przez Barboura jako „kapsuły czasu”. Są to takie statyczne konfiguracje materii, które bądź na gruncie danej teorii, bądź poprzez poznawczy kontakt z ową strukturą naszego umysłu, wytwarzają wrażenie (iluzję) zapisu procesu trwającego w czasie. Skutkiem odczytywania tej statycznej konfiguracji jako zapisu czasowego pewnego procesu jest pojawienie się wrażenia (iluzji) istnienia czasu, zmiany oraz ruchu.

Przeprowadzone w podrozdziale 4.2 analizy dotyczące tego, jak autorzy poszczególnych modeli widzą relację pomiędzy teorią a rzeczywistością, pokazały, że każdemu modelowi można przypisać również tzw. ontologię towarzyszącą. Sposób widzenia epistemologicznej relacji między teorią a rzeczywistością wpływa istotnie na ową ontologię. Ona zaś stanowi dopełniający warunek (czyli warunek wystarczający) istnienia czasu we wszechświecie opisywanym przez dany model. Postulatem autorów poszczególnych modeli jest to, aby można było utożsamić wszechświat opisywany przez dany model z naszym Wszechświatem. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że niekoniecznie te dwa pojęcia się pokrywają. W szczególności przeprowadzone analizy ukazały, że w zasadzie tylko w jednym przypadku

wyjściowa deklaracja zgadzała się z przyjmowanym stanowiskiem w zakresie epistemologicznej relacji między teorią a rzeczywistością. Istnienie ontologii towarzyszących daje możliwość uzasadnienia tezy o realnym istnieniu czasu. Oczywiście nie zawsze jest to możliwe, właśnie ze względu na przyjęte stanowisko w zakresie relacji między teorią a rzeczywistością. W mojej opinii ma to swoje konsekwencje dla tzw. metafizyki czasu. W podrozdziale 4.3 przedstawiłem, oprócz kilku dotychczas omówionych, łącznie dwanaście wniosków dotyczących czynników warunkujących istnienie czasu, jego naturę i własności.

Jeżeli któryś z modeli analizowanych w pracy, albo też inny model będący próbą budowania kwantowej teorii grawitacji, zostanie potwierdzony empirycznie, to trzeba będzie rozpocząć poważną dyskusję – już nie tylko w gronie filozofów, przy czym filozofowie nie powinni tej dyskusji nigdy opuścić – nad rozumieniem tego, co należy uważać za rzeczywistość materialną i jakie elementy tworzące naturę owej rzeczywistości umożliwiają naukom przyrodniczym, w szczególności fizyce, budowanie takiego, a nie innego obrazu Wszechświata, który to obraz powinien mieć swój ontyczny fundament w owej rzeczywistości materialnej. Jeżeli uda się do rozwiązania tego problemu zbliżyć, to, być może, uda się jednocześnie zbliżyć do rozwiązania odwiecznej zagadki czasu.

ABSTRACT

The question of the existence and the nature of time in selected cosmological models

This book is concerned with the question of the existence and the nature of time in selected cosmological models. By such formulation of the subject the author wishes to consider the problem of time, being the object of interest to various sub-fields of philosophy, from the perspective of the philosophy of nature. To achieve that, an application of certain data, that can be provided by science, to the analyzes of the problem of the existence and nature of time, is a necessity.

The author will focus on three cosmological models for what can be considered the suggestions of solutions aiming to describe the structure of the Universe below the Planck scale, proposed by theoretical physics. These are the *Hartle–Hawking State*, also known as the concept of the universe with no boundaries (*No-boundary Proposal*), created by Stephen Hawking and James Hartle, a *Noncommutative Universe* model, also known as the concept of the noncommutative regime, postulated by Michał Heller and Wiesław Sasin and the *Platonía* concept proposed by Julian Barbour. All the proposals mentioned contribute to the Quantum Gravity Research Programme, which aim is to describe the structure of the Universe from the Big Bang until the present in an unitary mode. The Quantum Gravity is expected to connect the incompatible, according to modern physics, formulas of General Relativity and Quantum Mechanics. The Quantum Gravity should also enable description of the indescribable by both the General Relativity

and the Quantum Mechanics, the Initial Singularity which had triggered the Big Bang.

The first of four chapters of the book, focuses on the problem of the time in philosophy as a whole. Due to that, it consists of the two issues unavoidable when discussing the subject. Firstly, the author distinguishes a list of questions concerning the phenomenon of time, by which the phenomenon will be presented in terms of philosophical discourse, with reference to the classic distinction of the three aspects: the ontological, epistemological and psychological one. Simultaneously, the classic analysis of the problem will be completed with certain issues being the subject of analysis of time in contemporary philosophy of time (e.g. the controversy between *Eternalism* and *Presentism* or the dispute between the *Endurantism* and *Perdurantism*). Secondly, a proposal of a typology of comprehension of the time due to its ontological status will be presented. The typology proposed, unlike the renowned distinction between the realism and antirealism, distinguishes also a third one, being the position between realism and antirealism. By emphasizing the fact of existence of this borderland the author wishes to show the subtleties of distinctions related to the ontological status of time and also to remind of how difficult and fascinating the struggle with the issue of time was for various philosophers over the centuries. Furthermore, the author believes that paying close attention to the fact of the existence of the position mentioned is a characteristic feature of the philosophy of nature.

The second chapter focuses on the issue of time as in the perspective of the science. The chapter is giving insight in the nature of the troubles with time experienced not only by philosophers, but also by the scientists. Due to the subject undertaken, the author will limit the science referred to the theoretical physics and the disciplines related. In the first section of this chapter a method will be presented, in which time is recognized in the three great physical theories of the 20th century, especially in the *Special Relativity*, *General Relativity* and the *Quantum Mechanics*. In the theories mentioned, time can be perceived as either as an external parameter, an internal time, or as a *Quantum Observable*. In the next section the standard cosmological model will be presented, within which the structure and the evolution of the Universe is reconstructed, using the General Relativity and the achievements of Astronomy and Astrophysics as a theoretical background. The standard model however faces difficulties and even collapses, when attempting to describe the initial stage of the evolution of the Universe, known as the *Planck Era*. To be able to describe the structure of

the Universe at this stage of its evolution correctly, it is necessary to provide a theory, which would be capable of describing properly the *Spacetime Singularities*. Unfortunately, the *General Relativity*, which constitutes the theoretical basis of the standard cosmological model, proves to be incapable of completing the task. Since the *Penrose–Hawking singularity theorems* have been proved, a belief has strengthened that *General Relativity* is insufficient, and the standard cosmological model – incomplete of describing the origins of the Universe. Considering the situation, many physicists are searching for a theory, which would allow a correct description of *Spacetime Singularities*. Simultaneously, a new cosmological model being the proper description of the structure and the evolution of the Universe from the very beginning of its existence – the Big Bang to the present moment, is being searched. The new theory referred to as the Quantum Gravity will, according to the scholars, connect the two mutually incompatible formalisms of General Relativity and Quantum Mechanics. Moreover, the new model of the universe based on Quantum Gravity, would become a part of the broader concept of the *Quantum Cosmology*. The presentation of the *Quantum Gravity Research Programme* within which the various concepts related to the Quantum Gravity, such as the notion of *Quantum Gravity*, the *Theory of Everything* or *Quantum Cosmology* will be arranged, would complete the second chapter. One of the possible typologies associated with the way, that Quantum Gravity can relate to the concept of space-time will also be included in this chapter. The reason for that is the fact, that in a process of constructing the Quantum Gravity, a way of recognizing the concepts constituting the Quantum Gravity such as time and space-time is an important factor. The majority of scholars researching the Quantum Gravity, agrees to the fact that the space-time structure, being the basis for the description of the Universe in the standard cosmological model, should be replaced by another structure that would enable a description of the *Initial Singularity*. The differences between the proposals in this regard, include the question of whether the space-time and the time are to appear in the description of the structure of the Universe, e.g. at the higher levels of its organization, or in the later stages of its evolution, or whether they should disappear completely from the description of the Universe.

The subject of the third chapter, entitled *The Atemporality of the Universe in some cosmological models*, will be the models mentioned, specifically the *Hartle–Hawking State*, Heller–Sasin’s *Noncommutative Universe* and Julian Barbour’s *Platonía*. In this chapter, a reconstruction of the models will be

conducted, so that they would become useful for the purposes of the philosophical analysis in the latter chapter. The reconstruction itself will be preceded by the presentation and the analysis of the assumptions made by the authors of each model. Then, the specific features of the construction of each model will be presented. In the final section of the chapter the picture of the structure of the Universe as it is revealed in every model will be depicted with the indication to the components, of which the notion of time can be constructed.

The last chapter will be focused on the issue of the ontological implications in the atemporal models of the Universe. Firstly, a reconstruction of a *time constitutives* will be conducted. The author introduces the term in order to describe such elements of the models postulating atemporality of the Universe at below the Planck scale indicated in the third chapter, that would allow for reconstitution of time at higher levels of the Universe's structure. The analysis of these elements will be conducted further, being an attempt to determine their ontological status, as well as their relation to the notion of time itself. Besides, an attempt of reconstruction of the *attendant ontologies* (also known as the ontologies of the physical theories), which function besides the considered models of the Universe. Subsequently, an analysis of the relation between the time constitutives and attendant ontologies will be conducted. Simultaneously, the author will attempt to answer the question of whether, despite their overt atemporality, the presupposition of the real existence of time in the analyzed models of the Universe can be justified. Finally, the conclusion from the analyses mentioned will be presented in a broader context of the debate over the question of the metaphysics of time. A possible impact of the *attendant ontologies* of the analyzed models, and the ontologies widely associated with certain physical theories, on the image of time, will also be discussed. Additionally, an attempt will be made to locate the analyzed models of the Universe in the context of the ontological status of the time typologies suggested in the first chapter.

All of the analyses, reconstruction and considerations intend to prove the research hypothesis saying that the temporal constitutives can be identified in the cosmological models explicitly postulating atemporality of the Universe. The recognition of the validity of the claim strengthens the position which treats time as really existing. On the other hand, the recognition of the atemporality of the Universe below the Planck scale, being identical with its fundamental structure level, can contribute to the weakening of the concept of realism both in relation to the time as to the entire Universe.

ABSTRACT

The author of this book believes that with the consolidation of a new theory describing the initial stage of the Universe, the necessity of a profound change in the field of philosophy of time, the philosophy of natural science, and perhaps also in the entire philosophical discourse on the nature of the Universe will arise.

BIBLIOGRAFIA

- Adams F., Laughlin G., *Ewolucja Wszechświata*, tłum. E. Machowska, Warszawa: PWN, 2000.
- Arystoteles, *Fizyka*, tłum. K. Leśniak, w: tenże, *Dzieła wszystkie*, t. 2, Warszawa: PWN, 2003.
- Augustynek Z., *Przeszłość, teraźniejszość, przyszłość. Studium filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1979.
- Augustynek Z., *Trzy realizmy*, w: *Co istnieje? Antologia tekstów ontologicznych z komentarzami*, t. 1, red. J. Jadacki, T. Bigaj i A. Lissowska, Warszawa: Petit, 1996, s. 202–218.
- Augustynek Z., *Zdarzenia, rzeczy, procesy*, w: *Co istnieje? Antologia tekstów ontologicznych z komentarzami*, t. 1, red. J. Jadacki, T. Bigaj i A. Lissowska, Warszawa: Petit, 1996, s. 248–262.
- Bakalarska M., *Dlaczego wymiary czasu, a nie jeden czas?*, w: *Wymiary czasu*, red. Z. Sajdek, M. Małecki i D. Bentke, Tarnów: Biblos, 2012, s. 243–263.
- Barbour J., *The Discovery of Dynamics*, Oksford–Nowy Jork: Oxford University Press, 2001.
- Barbour J., *The Emergence of Time and Its Arrow from Timelessness*, w: *Physical Origins of Time Asymmetry*, red. J. J. Halliwell, J. Pérez-Mercader i W. H. Zurek, Cambridge–Nowy Jork–Melbourne: Cambridge University Press, 1994, s. 405–414.
- Barbour J., *The End of Time. The Next Revolution in Physics*, Oksford–Nowy Jork: Oxford University Press, 2001.
- Barrow J. D., *Początek Wszechświata*, tłum. S. Bajtlik, Warszawa: CIS, 1995.
- Barrow J. D., *Teorie wszystkiego. W poszukiwaniu ostatecznego wyjaśnienia*, tłum. J. Czerniawski i T. Placek, Kraków: Znak, 1995.
- Bronsztejn I. N., Siemiendajew K. A., *Matematyka. Poradnik encyklopedyczny*, tłum. S. Czarnecki i R. Bartoszyński, Warszawa: PWN, 2003.
- Buczkowska J., *Kilka uwag o przedmiocie reprezentacji*, „*Studia Philosophiae Christianae*” 45(2002), z. 2, 69–90.
- Buczyńska-Garewicz H., *Metafizyczne rozważania o czasie. Idea czasu w filozofii i literaturze*, Kraków: Universitas, 2003.

- Buczyńska-Garewicz H., *Pozytywizm*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 471–480.
- Bugajak G., *Epistemologiczny status koncepcji Wielkiego Wybuchu i jej filozoficzne implikacje*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 17, red. A. Lemańska i M. Lubański, Warszawa: Wydawnictwo UKSW, 2004, s. 15–112.
- Bugajak G., Kukowski J., Latawiec A., Lemańska A., Ługowska D., Świeżyński A., *Tajemnice natury*, Warszawa: Wydawnictwo UKSW, 2009.
- Carroll S., *Stąd do wieczności i z powrotem. Poszukiwanie ostatecznej teorii czasu*, tłum. T. Krzysztos, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2011.
- Christenson J. H., Cronin J. W., Fitch V. L., Turlay R., *Evidence for the 2π Decay of the K_2^0 Meson*, „Physical Review Letters” 13(1964), z. 4, 138–140.
- Connes A., *Noncommutative Geometry*, Nowy Jork–Londyn: Academic Press, 1984, <http://www.alainconnes.org/docs/book94bigpdf.pdf> (dostęp: 16.12.2016).
- Copleston F., *Historia filozofii*, t. 1, tłum. H. Bednarek, Warszawa: Instytut Wydawniczy PAX, 1998.
- Copleston F., *Historia filozofii*, t. 4, tłum. J. Marzęcki, Warszawa: Instytut Wydawniczy PAX, 1995.
- Coveney P., Highfield R., *Strzałka czasu. Jak rozwiązać największą tajemnicę nauki*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zys i S-ka, 1997.
- Czarnocka M., *Metafizyczność nauki i metafizyczność „fizycznego” czasu*, „Przegląd Filozoficzny – Nowa Seria” 3(2005), 23–37.
- Davies P., *Czas. Niedokończona rewolucja Einsteina*, tłum. L. Kallas, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2002.
- Dąmbaska I., *Zarys historii filozofii greckiej*, Lublin: Instytut Wydawniczy DAIMONION, 1993.
- Demiański M., *Astrofizyka relatywistyczna*, Warszawa: PWN, 1991.
- Dirac P. A. M., *The Evolution of the Physicist's Picture of Nature*, „Scientific American” 208(1963), z. 5, 45–53.
- Drozdowski H., *Fizyczny obraz świata*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM, 2007.
- Dyk W., *Człowiek w rozszerzającym się wszechświecie. Między filozofią przyrody a filozofią przyrodoznawstwa*, Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, 2003.

- Einstein A., *Postawy fizyki teoretycznej*, tłum. P. Amsterdamski, w: tenże, *Teoria względności i inne eseje*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1997, s. 17–28.
- Einstein A., *Teoria względności*, tłum. P. Amsterdamski, w: tenże, *Teoria względności i inne eseje*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1997, s. 29–36.
- Feitzinger J. V., *Zasada antropiczna – kosmiczne ograniczenie dla życia*, tłum. B. Baran, w: *Czy przed Wielkim Wybuchem był Bóg? Argumenty naukowców i teologów*, red. T. D. Wabbel, Warszawa: PIW, 2007, s. 62–68.
- Feynman R. P., Leighton R. B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki*, t. 1, cz. 1, tłum. R. Gajewski, Z. Królikowska, M. Grynberg i T. Butler, Warszawa: PWN, 2001.
- Filkin D., *Wszechświat Stephena Hawkinga. Opisanie kosmosu*, tłum. T. Hornowski, Poznań: Rebis, 1998.
- Filozofia, głupcze! – wywiad z Janem Woleńskim*, „Gazeta Wyborcza”, 05.12.2013, s. 15.
- Ford K. W., *101 kwantowych pytań. Wszystko, co chcielibyście wiedzieć o świecie, którego nie widać*, tłum. J. Szajkowska, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2012.
- Geroch R. P., *Local Characterization of Singularities in General Relativity*, „Journal of Mathematical Physics” 9(1968), z. 3, 450–465.
- Gibbons G. W., Hawking, S. W. (red.), *Euclidean Quantum Gravity*, Singapur–New Jersey–Londyn–Hong Kong: World Scientific, 1993.
- Gołosz J., *Czas i przestrzeń a świat fizyczny*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 17(1995), 49–61.
- Gołosz J., *Eternalizm i problem iluzji upływu czasu*, „Kwartalnik Filozoficzny” 38(2010), z. 1, 105–122.
- Gołosz J., *Upływ czasu i ontologia*, Kraków: Wydawnictwo UJ, 2011.
- Góźdz A., *Czas kwantowy*, w: *Relacja nauka – wiara. Nowe ujęcie dawnego problemu*, red. J. Golbiak i M. Hereć, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2014, s. 37–49.
- Greene B., *Struktura kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości*, tłum. E. L. Łokas i B. Bieniok, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2004.
- Gribbin J., *Kosmologia*, tłum. S. Bajtlik, Warszawa: Prószyński i S-ka, 1998.
- Gribbin J., White M., *Stephen Hawking. Życie i nauka*, tłum. B. Kołodziejczyk i D. M. Śledziwska-Błocka, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1994.
- Grygiel W. P., *Czy czas jeszcze płynie w fizyce? Ontologia czasu a współczesne teorie fizyczne*, „Logos i Ethos” 28(2010), z. 1, 107–120.

- Grygiel W. P., *Stephen Hawkinga i Rogera Penrose'a spór o rzeczywistość*, Kraków: Copernicus Center Press, 2014.
- Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki*, t. 2, tłum. M. Łukaszewski, W. Komar i R. Bożek, Warszawa: PWN, 2006.
- Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki*, t. 4, tłum. J. Prochorow i R. Bożek, Warszawa: PWN, 2003.
- Halliday D., Resnick R., Walker J., *Podstawy fizyki*, t. 5, tłum. A. Babiński i R. Bożek, Warszawa: PWN, 2003.
- Hartle J., Hawking S. W., *The Wave Function of Universe*, „Physical Review D” 28(1983), z. 12, 2960–2975.
- Hawking S. W., *Czarne dziury i wszechświaty niemowlęce oraz inne eseje*, tłum. P. Haski, Poznań: Zysk i S-ka, 1997.
- Hawking S. W., *Krótką historia czasu. Od Wielkiego Wybuchu do czarnych dziur*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa: Alfa, 1990.
- Hawking S. W., *Teoria wszystkiego. Powstanie i losy Wszechświata*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 2003.
- Hawking S. W., *Wszechświat w skorupce orzecha*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 2002.
- Hawking S. W., Mlodinow L., *Jeszcze krótsza historia czasu*, tłum. J. Bieroń, Poznań: Zysk i S-ka, 2007.
- Hawking S. W., Mlodinow L., *Wielki Projekt*, tłum. J. Włodarczyk, Warszawa: Wydawnictwo Albatros A. Kuryłowicz, 2011.
- Hawking S. W., Penrose R., *Natura czasu i przestrzeni*, tłum. P. Amsterdamski, Poznań: Zysk i S-ka, 1996.
- Hawking S. W., Penrose R., *The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology*, „Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences” 314(1970), z. 1519, 529–548.
- Heller M., *Czas i matematyka – przyczynek do zrozumienia struktury procesu*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 305–319.
- Heller M., *Czy świat jest matematyczny?*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 48–57.
- Heller M., *Czy świat jest racjonalny?*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 37–47.
- Heller M., *Ewolucja kosmosu i kosmologii*, Warszawa: PWN, 1985.
- Heller M., *Filozofia przyrody. Zarys historyczny*, Kraków: Znak, 2004.
- Heller M., *Graniczne zagadnienia fizyki i kosmologii*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 403–416.

- Heller M., *Jak możliwa jest „filozofia w nauce”?*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 3–15.
- Heller M., *Johna Bella filozofia mechaniki kwantowej*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 184–187.
- Heller M., *Kosmologia kwantowa*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2001.
- Heller M., *Materia – geometria*, w: M. Heller, M. Lubański i S. W. Ślaga, *Zagadnienia filozoficzne współczesnej nauki. Wstęp do filozofii przyrody*, Warszawa: Wydawnictwo ATK, 1997, s. 157–281.
- Heller M., *Ontologiczne zaangażowania współczesnej fizyki*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 137–156.
- Heller M., *Ostateczne wyjaśnienia wszechświata*, Kraków: Universitas, 2008.
- Heller M., *Początek jest wszędzie*, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2003.
- Heller M., *Strategia kompromisu (Wstęp)*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. IX–XIII.
- Heller M., *Teorie wszystkiego*, w: tenże, *Filozofia i Wszechświat. Wybór pism*, Kraków: Universitas, 2008, s. 237–255.
- Heller M., *Wieczność, czas, kosmos*, Kraków: Znak, 1995.
- Heller M., Pabjan T., *Elementy filozofii przyrody*, Tarnów: Biblos, 2007.
- Heller M., Pysiak L., Sasin W., *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, „Journal of Mathematical Physics” 46(2005), z. 12, 122501-1–122501-16.
- Heller M., Sasin W., *Differential Groupoids and Their Application to the Theory of Spacetime Singularities*, „International Journal of Theoretical Physics” 41(2002), z. 5, 919–937.
- Heller M., Sasin W., *Emergence of Time*, „Physics Letters A” 250(1998), 48–54.
- Heller M., Sasin W., *Noncommutative Structure of Singularities in General Relativity*, „Journal of Mathematical Physics” 37(1996), z. 11, 5665–5671.
- Heller M., Sasin W., *Noncommutative Unification of General Relativity and Quantum Mechanics*, „International Journal of Theoretical Physics” 38(1999), z. 6, 1619–1642.
- Heller M., Sasin W., *Origin of Classical Singularities*, „General Relativity and Gravitation” 31(1999), z. 4, 555–570.
- Heller M., Sasin W., *The Structure of the b-Completion of Space-Time*, „General Relativity and Gravitation” 26(1994), z. 8, 797–811.
- Heller M., Sasin W., Lambert D., *Groupoid Approach to Noncommutative Quantization of Gravity*, „Journal of Mathematical Physics” 38(1997), z. 11, 5840–5853.

- Hogan C. J., *Mała księga Wielkiego Wybuchu albo Kosmiczny elementarz*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2003.
- Hohol M. L., *Dlaczego Julian Barbour ogłosił koniec czasu?*, w: *Wymiary czasu*, red. Z. Sajdek, M. Małecki i D. Bentke, Tarnów: Biblos, 2012, s. 108–122.
- Janowski J., *Początek Wszechświata w ujęciu Stephena W. Hawkinga*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 19, red. A. Lemańska i M. Lubański, Warszawa: Wydawnictwo UKSW, 2009, s. 323–378.
- Janowski J., *Status ontologiczny czasu urojonego w modelu „Wszechświata bez brzegów” Hawkinga–Hartle’ego*, w: *Wymiary czasu*, red. Z. Sajdek, M. Małecki i D. Bentke, Tarnów: Biblos, 2012, s. 123–142.
- Kaku M., *Wszechświaty równoległe. Powstanie Wszechświata, wyższe wymiary i przyszłość kosmosu*, tłum. B. Bieniok i E. L. Łokas, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2010.
- Kamiński S., *Nauka i Metoda. Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin: Towarzystwo Naukowe KUL, 1992.
- Kant I., *Krytyka czystego rozumu*, t. 1, tłum. R. Ingarden, Warszawa: PWN, 1957.
- Kant I., *Prolegomena do wszelkiej przyszłej metafizyki, która będzie mogła wystąpić jako nauka*, tłum. A. Banaszkiewicz, Kraków: Zielona Sowa, 2005.
- Kołąkowski L., *Filozofia pozytywistyczna. Od Hume’a do Koła Wiedeńskiego*, Warszawa: PWN, 1966.
- Konopka T., Markopoulou F., Smolin L., *Quantum Graphity*, <http://arxiv.org/pdf/hep-th/0611197v1.pdf> (dostęp: 16.12.2016).
- Kopczyński W., Trautman A., *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Warszawa: PWN, 1981.
- Kotowa B., *Scjentyzm jako światopogląd nauki*, „Nowa Krytyka – Czasopismo Filozoficzne” 16(2004), 151–159, <http://www.nowakrytyka.pl/spip.php?article450> (dostęp: 16.12.2016).
- Krajewski W., *Ontologia*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 444–451.
- Krąpiec M. A., *Filozofia – co wyjaśnia?*, Lublin: Lubelska Szkoła Filozofii Chrześcijańskiej, 1998.
- Krąpiec M. A., *Metafizyka. Zarys teorii bytu*, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL, 1984.

- Krąpiec M. A., *Wprowadzenie do Metafizyki Arystotelesa*, w: Arystoteles, *Metafizyka*, t. 1, Lublin: Redakcja Wydawnictw KUL, 1998, s. V–CIII.
- Kubić A., *Granice poznania w metafizyce Thomasa Nagela*, „Idea – Studia nad Strukturą i Rozwojem Pojęć Filozoficznych” 22(2010), 127–140.
- Kupczyński M., *Teoria pola*, w: *Encyklopedia fizyki współczesnej*, red. A. K. Wróblewski i inni, Warszawa: PWN, 1983, s. 70–82.
- Lagrange’a funkcja*, w: *Encyklopedia fizyki*, t. 2, red. B. Karczewski i inni, Warszawa: PWN, 1973, s. 149–150.
- Lakatos I., *Nauka a pseudonauka*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 9(1987), 2–11, <http://www.obi.opoka.org.pl/zfn/009/zfn00901Lakatos.pdf> (dostęp: 16.12.2016).
- Leciejewski S., *Antropizm w kosmologii (od wielkich liczb do idei multiświata)*, „Roczniki Filozoficzne” 59(2011), z. 2, 165–188.
- Leciejewski S., *Geneza czasu według kosmologii kwantowej*, w: *Aporie czasu*, red. P. Orlik, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM, 2011, s. 29–53.
- Leciejewski S., *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii. Studium metodologiczne*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Filozofii UAM, 2007.
- Leibniz G. W., *Monadologia*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1969, s. 295–317.
- Leibniz G. W., *Nowy system natury i wzajemnej łączności substancji jak również związku istniejącego między duszą i ciałem*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1969, s. 171–183.
- Leibniz G. W., *Polemika z S. Clarke’iem*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1969, s. 319–448.
- Leibniz G. W., *Zasady natury i łaski oparte na rozumie*, tłum. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski i H. Moese, w: tenże, *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i łaski, oraz Inne pisma filozoficzne*, Warszawa: PWN, 1969, s. 281–294.
- Lemańska A., *Filozofia przyrody a nauki przyrodnicze. Wybrane zagadnienia z teorii filozofii przyrody*, Warszawa: Wydawnictwo ATK, 1998.

- Lightman A., *Światło z przeszłości. Dzieje kosmologii współczesnej*, tłum. B. Bieniok i E. L. Łokas, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2003.
- Lindner F., Schätzel M. G., Walther H., Baltuška A., Goulielmakis E., Krausz F., Milošević D. B., Bauer D., Becker W., Paulus G. G., *Attosecond Double-Slit Experiment*, „Physical Review Letters” 95(2005), z. 4, 040401-1–040401-4, <http://arxiv.org/pdf/quant-ph/0503165v2.pdf> (dostęp: 16.12.2016).
- Lloyd G. E. R., *Czas w myśli greckiej*, tłum. B. Chwedeńczuk, w: *Czas w kulturze*, red. A. Zajączkowski, Warszawa: PIW, 1988, s. 207–259.
- Łagosz M., *Realność czasu*, Wrocław: Wydawnictwo UWr, 2007.
- Łukasik A., *Czas i wieczność w filozofii przyrody*, „Ethos” 99(2012), z. 3, 187–210.
- Mach E., *The Science of Mechanics*, tłum. T. J. McCormack, Chicago–London: The Open Court Publishing, 1919.
- Magueijo J., *Szybciej niż światło*, tłum. J. Skolimowski, Warszawa: Amber, 2003.
- Mazierski S., *Elementy kosmologii filozoficznej i przyrodniczej*, Poznań–Warszawa–Lublin: Księgarnia Św. Wojciecha, 1972.
- Mazurek M., *Wyjaśnianie antropiczne*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 44(2008), z. 2, 145–160.
- McMullin E., *Indifference Principle and Anthropic Principle in Cosmology*, „Studies in History and Philosophy of Science” 24(1993), z. 3, 359–389.
- McTaggart J. M. E., *Nierealność czasu*, tłum. M. Tempczyk, w: *Ontologia. Antologia tekstów filozoficznych*, red. M. Hempoliński, Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1994, s. 362–368.
- McTaggart J. M. E., *The Nature of Existence*, t. 2, red. C. D. Broad, Nowy Jork–Toronto–Bombaj–Kalkuta–Tokio: Cambridge University Press, 1927.
- McTaggart J. M. E., *The Unreality of Time*, „Mind – New Series” 17(1908), z. 68, 457–474.
- Misiek J., *Zasada nieoznaczoności*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 427–432.
- Morawiec E., *Podstawowe zagadnienia metafizyki klasycznej*, Warszawa: Wydawnictwo ATK, 1998.
- Newton I., *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, tłum. J. Wawrzycki, Kraków: Copernicus Center Press, 2011.

- Newton I., *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Scholium I, http://la.wikisource.org/wiki/Philosophiae_Naturalis_Principia_Mathematica (dostęp: 16.12.2016).
- Newton I., *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Scholium, tłum. A. Motte, Nowy Jork: Adee, 1846, [https://en.wikisource.org/wiki/The_Mathematical_Principles_of_Natural_Philosophy_\(1846\)](https://en.wikisource.org/wiki/The_Mathematical_Principles_of_Natural_Philosophy_(1846)) (dostęp: 16.12.2016).
- Pabjan T., *Problem upływającego czasu*, „Postępy Fizyki” 61(2010), z. 2, 77–79.
- Pabjan T., *Relacyjna koncepcja czasu i przestrzeni w naukach fizykalnych a konsekwencje filozoficzne*, w: *Filozofia przyrody*, red. S. Janeczek, A. Starościc, D. Dąbek i J. Herda, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2013, s. 187–208.
- Pabjan T., *Spór o przyczynową strukturę czasu*, Tarnów: Biblos, 2008.
- Pabjan T., *Uwagi o naturze czasu*, w: *Wyzwania racjonalności. Księdzu Michałowi Hellerowi współpracownicy i uczniowie*, red. S. Wszolek i R. Janusz, Kraków: OBI i Wydawnictwo WAM, 2006, s. 132–149.
- Penrose R., *Droga do rzeczywistości. Wyczerpujący przewodnik po prawach rządzących Wszechświatem*, tłum. J. Przystawa, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2006.
- Pęczkowski P. T., *Doświadczenia interferencyjne z fotonami*, „Foton” 95(2006), 17–25.
- Polus-Rogalska K., *Zrozumieć czas, zrozumieć przestrzeń, zrozumieć ruch*, Inowrocław: Katarzyna Polus-Rogalska i ZP-W POZKAL, 1999.
- Price H., *Strzałka czasu i punkt Archimedes’a. Nowe kontrowersyjne spojrzenie na czas i współczesną fizykę*, tłum. P. Lewiński, Warszawa: Amber, 1998.
- Rees M., *Tylko sześć liczb*, tłum. P. Amsterdamski, Warszawa: CIS, 2000.
- Sady W., *Spór o racjonalność naukową. Od Poincarégo do Laudana*, Toruń: Wydawnictwo Naukowe UMK, 2013.
- Sajdek Z., *Ile nauk, tyle czasów? Głos pokonferencyjny*, w: *Wymiary czasu*, red. Z. Sajdek, M. Małecki i D. Bentke, Tarnów: Biblos, 2012, s. 264–269.
- Schmidt B. G., *A New Definition of Singular Points in General Relativity*, „General Relativity and Gravitation” 1(1971), z. 3, 269–280.
- Sikorski R., *Wstęp do geometrii różniczkowej*, Warszawa: PWN, 1972.
- Silk J., *The Big Bang*, Nowy Jork: W. H. Freeman and Company, 2001.
- Singh S., *Wielki Wybuch. Narodziny Wszechświata*, tłum. J. Koźlarczyk, Warszawa: Albatros, 2007.

- Smolin L., *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*, tłum. J. Kowalski-Glikman, Warszawa: CIS, 2001.
- Sokołowski L. M., *Czas a grawitacja kwantowa*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 27(2000), 3–32, <http://www.obi.opoka.org.pl/zfn/027/zfn-02701Sokolowski.pdf> (dostęp: 16.12.2016).
- Srinivas M. D., Vijayalakshmi R., *The ‘Time of Occurrence’ in Quantum Mechanics*, „Pramana” 16(1981), z. 3, 173–199, <http://link.springer.com/article/10.1007/BF02848181> (dostęp: 16.12.2016).
- Stróżewski W., *Ontologia*, Kraków: Wydawnictwo Aureus i Wydawnictwo Znak, 2004.
- Such J., *Czy istnieje experimentum crucis? Problemy sprawdzania praw i teorii naukowych. Studium metodologiczne*, Warszawa: PWN, 1975.
- Swieżawski S., *Dzieje europejskiej filozofii klasycznej*, Warszawa–Wrocław: PWN, 2000.
- Szumilewicz I., *O kierunku upływu czasu*, Warszawa: PWN, 1964.
- Szydłowski M., *Ontologiczne i epistemologiczne aspekty pojęcia modelu kosmologicznego*, „Filozofia i Nauka. Studia Filozoficzne i Interdyscyplinarne” 2(2014), 277–292, http://filozofiainauka.ifispan.waw.pl/wp-content/uploads/2014/08/Szydowski_277-292.pdf (dostęp: 16.12.2016).
- Szydłowski M., *Program badawczy kosmologii kwantowej*, „Filozofia Nauki” 61(2008), z. 1, 9–26.
- Szydłowski M., Golbiak J., *Filozoficzny wybór pomiędzy zasadą indyferentyzmu a zasadą szczególnego dostrojenia*, „Roczniki Filozoficzne” 54(2006), z. 2, 231–252.
- Szydłowski M., Golbiak J., *Trudności kosmologii klasycznej motywacją dla kosmologii kwantowej*, „Filozofia Nauki” 51(2005), z. 3, 39–55, http://www.kul.pl/files/57/working_papers/golbiak_szydowski_2005.pdf (dostęp: 16.12.2016).
- Szynkiewicz M., *Teorie ostateczne w naukach przyrodniczych. Studium metodologiczne*, Poznań: Wydawnictwo Naukowe Wydziału Nauk Społecznych UAM, 2009.
- Św. Augustyn, *Wyznania*, tłum. Z. Kubiak, Kraków: Znak, 1994.
- Tatarkiewicz W., *Historia filozofii*, t. 1, Warszawa: PWN, 2003.
- Tatarkiewicz W., *Historia filozofii*, t. 2, Warszawa: PWN, 2003.
- Tempczyk M., *Ontologia świata przyrody*, Kraków: Universitas, 2005.
- Thomas E., *John McTaggart Ellis McTaggart*, w: *Internet Encyclopedia of Philosophy (IEP)*, <http://www.iep.utm.edu/mctaggart/> (dostęp: 16.12.2016).

- Turek J., *Filozoficzne interpretacje faktów naukowych*, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2009.
- Turek J., *Kosmiczne koincydencje. Proponowane wyjaśnienia*, Lublin: Wydawnictwo KUL, 2014.
- Turek J., *Wyjaśnianie antropiczne w kosmologii*, „Roczniki Filozoficzne” 54(2006), z. 2, 267–298.
- Turetzky P., *Time*, Londyn–Nowy Jork: Routledge, 1998.
- Weinert F., *The March of Time. Evolving Conceptions of Time in the Light of Scientific Discoveries*, Berlin–Heidelberg: Springer-Verlag, 2013.
- Whitehead A. N., *Process and Reality. An Essay in Cosmology*, Nowy Jork: The Free Press, 1978.
- Whitrow G. J., *Czas w dziejach. Poglądy na czas od prehistorii po dzień dzisiejszy*, tłum. B. Orłowski, Warszawa: Prószyński i S-ka, 2004.
- Zajączkowski A., *Wstęp*, w: tenże, *Czas w kulturze*, Warszawa: PIW, 1988, s. 5–11.
- Zamiara K., *Realistyczne i instrumentalistyczne stanowisko wobec wiedzy naukowej*, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i inni, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1987, s. 553–564.
- Zimbardo P., Boyd J., *Paradoks czasu*, tłum. A. Cybulko i M. Zieliński, Warszawa: PWN, 2009.

Przez ponad dwa i pół tysiąca lat przedstawiciele różnych szkół, nurtów, czy też dziedzin filozofii starali się odpowiedzieć na pytanie, czym właściwie jest czas. Co więcej, już w epoce starożytnej, w poglądach niektórych myślicieli, podawano w wątpliwość możliwość istnienia czasu jako takiego, a problematyka związana ze statusem ontycznym czasu weszła na stałe do dyskursu filozoficznego. Do dziś nie udało się wypracować ostatecznych i powszechnie akceptowanych rozwiązań w tym zakresie. Obecnie nadal nie wiadomo, czym czas jest, i w ogóle – czy jest? Dlatego też warto na nowo zająć się tym problemem. Pomocna może być analiza modeli kosmologicznych, próbujących uchwycić, co działo się z Wszechświatem poniżej progu Plancka. Okazuje się bowiem, że tego typu modele mogą dostarczyć istotnych informacji na temat czasu i jego natury. Owe informacje można następnie wykorzystać w filozoficznych rozważaniach nad czasem, prowadzonych z pozycji filozofii przyrody, a także na gruncie innych dziedzin filozofii.

Jarosław Janowski