

UNIWERSYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

WYDZIAŁ FILOZOFICZNY

Damian Luty

**ONTOLOGIE STRUKTURALNE
CZASOPRZESTRZENI**

STRUCTURAL ONTOLOGIES OF SPACETIME

Rozprawa doktorska w dziedzinie nauk humanistycznych w dyscyplinie filozofia

Promotor: prof. UAM dr hab. Antoni Szczuciński

Promotor pomocniczy: prof. UAM dr hab. Marek Woszczyk

POZNAŃ, 2020

*Podziękowania dla
Pana prof. UAM. dr hab. Antoniego Szczucińskiego
za cierpliwość, wyrozumiałość i wsparcie w realizacji pracy*

*Podziękowania dla
Pana prof. UAM dr. hab. Marka Woszcza
za wsparcie i skrupulatność, bez której niniejsza praca znacząco by ucierpiała*

*Podziękowania dla Jarcy za miłość,
wsparcie i nietracenie we mnie wiary*

Podziękowania dla rodziny za życiową pomoc

Spis treści

Wstęp	8
-------------	---

CZEŚĆ I. Realizm strukturalny

Rozdział 1. Kontekst problemowy ontycznego realizmu strukturalnego	14
1.1. Poincaré	15
1.1.1. Prawdziwość równań matematycznych	15
1.1.2. Rzeczywistość a obiektywność	18
1.2. Cassirer	20
1.2.1. Relacyjny charakter treści poznania.....	21
1.2.2. Zasady konstytutywne i regulatywne.....	25
1.3. Weyl.....	28
1.3.1. Tożsamość cząstek i pierwsza teoria Weyla	29
1.3.2. Motywacja fenomenologiczna	33
1.4. Eddington.....	35
1.4.1. Strukturalizm, selektywny subiektywizm, budowanie świata	35
1.4.2. Trudności stanowiska Eddingtona	39
1.5. Epistemiczny realizm strukturalny	42
1.5.1. Główne argumenty w debacie realistów z antyrealistami.....	43
1.5.2. Trzecia droga w sporze o status poznawczy teorii.....	47
1.5.3. Natura i struktura.....	49
1.5.4. Zarzut Newmana	53
1.6. Podsumowanie rozdziału	62

Rozdział 2. Założenia epistemologiczne ontycznego realizmu strukturalnego..... 63

2.1. Założenia epistemologiczne pierwszej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego	64
2.1.1. Semantyczne podejście do teorii naukowych	64
2.1.2. Struktury częściowe	68
2.1.3. Ciągłość teoretyczna a struktury częściowe	71
2.2. Założenia epistemologiczne drugiej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego	76
2.2.1. Domknięcie naturalistyczne i pierwszeństwo fizyki	77
2.2.2. Tryb formalny i tryb materialny	78
2.3. Ocena założeń epistemologicznych	80
2.3.1. Problem pragmatyzmu i fundamentalizm teoriomnogościowy	80
2.3.2. Status zasad i pojęć w schemacie <i>tryb formalny – tryb materialny</i>	85
2.4. Podsumowanie rozdziału	86

Rozdział 3. Ontyczny realizm strukturalny 87

3.1. Tezy metafizyczne pierwszej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego (EOSR1)	88
3.1.1. Eliminacja obiektów jednostkowych i pojęcie indywidualności	90
3.1.2. Struktura modalna	103
3.2. Tezy metafizyczne drugiej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego (EOSR2)	111
3.2.1. Redukcjonizm i zorientowane na obiekty wyjaśnianie zjawisk	111
3.2.2. Ontologia rzeczywistych wzorców	114
3.3. Zarzuty wobec eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego	118
3.3.1. Reifikacja struktury abstrakcyjnej	118
3.3.2. Zagadnienie przyczynowości	122

3.3.3. Relacje bez elementów relacji	124
3.3.4. Trudności argumentu z metafizycznego niedookreślenia.....	126
3.3.5. Manewr Poincarégo i zagadnienie indywiduów	130
3.4. Podsumowanie rozdziału	133

CZĘŚĆ II. Filozofia czasoprzestrzeni

Rozdział 4. Spór o naturę czasu, przestrzeni, czasoprzestrzeni..... 136

4.1. Absolutyzm Newtonowski.....	137
4.1.1. Sensy terminu „absolutność”	139
4.1.2. Natura ruchu w klasycznym absolutyzmie	141
4.1.3. Indywidualność punktów w absolutyzmie Newtonowskim	145
4.2. Relacjonizm Leibnizjański	152
4.2.1. Natura ruchu u Leibniza	154
4.2.2. Przestrzeń jako byt idealny	155
4.2.3. Argumenty Leibniza	157
4.3. Współczesny spór absolutystów z relacjonistami w kontekście filozofii czasoprzestrzeni	162
4.3.1. Teza substancjalizmu różnościowego.....	162
4.3.2. Relacjonizm redukcjonistyczny	167
4.3.3. Argument dziury	171
4.4. Podsumowanie rozdziału.....	179

Rozdział 5. Status ontologiczny czasoprzestrzeni w świetle argumentu dziury

5.1. Modalistyczna strategia odpowiedzi na argument dziury	181
5.1.1. Esencjalizm metryczny	181
5.1.2. Negacja transświatowej identyfikacji punktów	189
5.2. Strategia negacji pierwotnej tożsamości punktów.....	194
5.2.1. Substancjalizm różnościowy z akceptacją równoważności Leibniza.....	195

5.2.2. Substancjalizm metryczny	202
5.3. Relacjonizm po argumencie dziury	210
5.3.1. Algebry Leibniza	211
5.3.2. Dynamiczne podejście do fizyki relatywistycznej.....	218
5.3.3. Relacjonizm nieredukcjonistyczny	224
5.3.4. Relacjonizm minimalistyczny.....	229
5.4. Podsumowanie rozdziału	235
Rozdział 6. Strukturalistyczna indywidualizacja punktów czasoprzestrzeni.....	238
6.1. Problem teorii ról strukturalnych.....	238
6.1.1. Sformułowanie problemu	239
6.1.2. Substancjalizm a teoria ról strukturalnych.....	240
6.2. Esencjalizm strukturalny Jerzego Gołosza	243
6.2.1. Strukturalna tożsamość transświatowa	243
6.2.2. Ocena esencjalizmu strukturalnego	247
6.3. Minimalny esencjalizm strukturalny Davida Glicka	249
6.3.1. Miejsca esencjalne i teza słabej wystarczalności.....	250
6.3.2. Problemy	256
6.4. Czasoprzestrzenny realizm strukturalny	258
6.4.1. Struktura egzemplifikowana	260
6.4.2. Strukturalizm antymetafizyczny	266
6.5. Dynamiczny realizm strukturalny.....	271
6.5.1. Strukturalna indywidualność w koncepcji Stachela	272
6.5.2. Teoria wiązek włóknistych a strukturalizm	275
6.6. Podsumowanie rozdziału	280

Rozdział 7. Strukturalizmy czasoprzestrzenne inspirowane ontycznym realizmem strukturalnym	281
7.1. Ontyczny czasoprzestrzenny realizm strukturalny	281
7.1.1. Rola czasoprzestrzeni w pierwszej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego	282
7.1.2. Strukturalistyczna redukcja czasoprzestrzeni	285
7.2. Umiarkowany ontyczny realizm strukturalny	289
7.2.1. Ontologiczna równorzędność obiektów i relacji.....	290
7.2.2. Krytyka umiarkowanego ontycznego realizmu strukturalnego	297
7.2.3. Odpowiedzi na zarzut Wüthricha.....	300
7.3. Strukturalizm minimalny	306
7.3.1. Interpretacje przestrzeni stanów	307
7.3.2. Przestrzenie możliwości a spór substancjalizm - relacjonizm	312
7.3.3. Ontologia obserwabli	314
7.4. Silny strukturalizm metryczny	319
7.4.1. Punkty czasoprzestrzeni jako strukturalne nie-indywidualne.....	320
7.4.2. Kategoria relacji w silnym strukturalizmie metrycznym.....	327
7.4.3. Rozwiązania problemów.....	333
7.5. Podsumowanie rozdziału	349
Zakończenie	350
Wykaz stosowanych skrótów	352
Bibliografia.....	354
Streszczenie	377
Summary	378

Wstęp

Przedmiotem niniejszej pracy jest metafizyczna interpretacja ogólnej teorii względności (OTW). Wyróżnione są współczesne podejścia z zakresu ontologii strukturalistycznych. Filozoficzna refleksja nad teoriami fizycznymi może przyjmować różne formy: może mieć charakter analizy epistemologicznej (metodologicznej), analizy socjologicznej, wreszcie – analizy z perspektywy teorii metafizycznych. Oprócz analiz podejmowanych z perspektywy teorii metafizycznych, w niniejszej pracy występują również elementy analizy epistemologicznej (metodologicznej). Ze względu na specyfikę moich rozważań – ich interpretacyjny charakter w odniesieniu do wytworów naukowych w postaci fundamentalnych teorii fizycznych – stosowaną przeze mnie metodą badań jest analiza pojęciowa.

W związku ze wskazaną ogólną charakterystyką rozważań przedstawionych w tej pracy, szerszym kontekstem poruszanych przeze mnie problemów jest metafizyka znaturalizowana, subdyscyplina metafizyki będąca przecięciem filozofii nauki oraz metafizyki¹. Jak stwierdza Anjan Chakravartty, „znaturalizowana metafizyka to taka metafizyka, która jest inspirowana oraz ograniczana przez rezultaty naszej najlepszej nauki. Nieznaturalizowana metafizyka to taka metafizyka, która nie jest w ten sposób inspirowana bądź ograniczana” (Chakravartty 2013: 33, tł. D. Luty). Istnieje wiele sposobów uprawiania metafizyki znaturalizowanej (Saunders 1997; Goldman 2007; Ladyman *et al.* 2007; Ney 2012; Melnyk 2013; Chakravartty 2013). W niektórych przypadkach próbuje się odpowiedzieć na pytanie „jak możliwa jest metafizyka?” w ramach omawianej subdyscypliny; w innych proponuje się skrupulatne rozstrzygnięcia metametafizyczne inspirowane postulatami zgodności z danymi empirycznymi; czasami twierdzi się, że metafizyka znaturalizowana powinna być zgodna nie tyle z danymi empirycznymi, co z (dojrzałymi) teoriami naukowymi, co tworzy związek między metafizyką znaturalizowaną a realizmem teoriopoznawczym. Specyfika mojego podejścia, wynikająca z opisanego dalej pola problemowego, polega na traktowaniu relacji między teorią/koncepcją metafizyczną a teorią naukową jako relację interpretacji. W swojej pracy skupiam się na

¹ W całej pracy stosuję konwencję, zgodnie z którą terminy „metafizyka” i „ontologia” używane są zamiennie i rozumiane są przeze mnie jako nazwy dziedziny filozoficznej zajmującej się opisem i analizą bytu. Terminy te są, z perspektywy historii filozofii, wieloznaczne i istnieją tradycje intelektualne, w których się je wyraźnie odróżnia. Przykładowo, w filozofii Romana Ingardena (1987) ontologię rozumie się jako naukę o czystych możliwościach, natomiast metafizykę jako badanie, między innymi, sposobów istnienia tego, co faktycznie istnieje. Są jednak autorzy, którzy podzielają przyjętą przeze mnie konwencję (zob. Woleński 2016: 75).

teoriach fizycznych; w moich rozważaniach wyróżniona jest OTW. Uważam, że przypisanie pojęciom tworzącym aparat pojęciowo-formalny znaczeń zawartych w koncepcjach czy teoriach metafizycznych jest poznawczo wartościowe, ponieważ pozwala na filozoficznie głębsze zrozumienie naszych najlepszych teorii naukowych umożliwiających nam dokładne opisywanie świata. W metafizycznym aspekcie moich rozważań koncentruję się na kategorii obiektu indywidualnego i jego interpretacyjnej stosowalności do fundamentalnych teorii fizycznych. W świetle tego, że na popularności zyskuje ostatnio raczej antyrealistyczne oraz pragmatyczne podejście do pojęcia czasoprzestrzeni (Lam, Wüthrich 2018; Knox 2019), moje stanowisko pozwala pewne problemy o charakterze metafizycznym bezpośrednio rozwiązać, nie zaś po prostu zignorować.

Pole problemowe pracy tworzą dwie debaty. Pierwsza z nich dotyczy poprawności bądź właściwej postaci ontycznego realizmu strukturalnego (OSR), nurtu filozoficznej refleksji nad fundamentalnymi teoriami fizycznymi zainicjowanym przez Jamesa Ladymana (2018) i rozwijanym dalej również przez Stevena Frencha (2014). OSR jest rezultatem krytyki stanowiska nazywanego epistemicznym realizmem strukturalnym (ESR) (Worrall 2018). W ramach OSR zaproponowano interesujące interpretacje przede wszystkim fizyki kwantowej – mechaniki kwantowej (QM), kwantowej teorii pola (QFT) oraz statystyki kwantowej. Interpretacje te opierają się przede wszystkim na uzasadnieniu, dlaczego ontologiczna kategoria indywiduum powinna zostać wyeliminowana oraz dlaczego ontologicznie fundamentalny status powinien zostać przyznany kategorii struktury rozumianej jako sieć relacji nieokreślonych na obiektach. Prowadzone z perspektywy OSR rozważania z jednej strony zaowocowały oryginalnym ujęciem tego, jak należy rozumieć (metafizycznie) świat opisywany przy pomocy fundamentalnych teorii fizycznych, z drugiej strony przedstawione rozstrzygnięcia spotkały się z silną krytyką. Niewątpliwie jednak zwolennicy OSR zbliżyli do siebie metafizykę oraz rzeczywiście uprawianą naukę, rozwijając zatem program metafizyki znaturalizowanej. Jednakże liczne krytyki, obejmujące zarówno propozycje głównych przedstawicieli OSR jak i stanowisk inspirowanych (pośrednio bądź bezpośrednio) omawianym nurtem wymuszają dalsze prace nad strukturalistyczną metafizyką.

Jedna z krytyk dotyczy niesatysfakcjonującego ujęcia w ramach OSR statusu czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej. Prowadzi to do drugiej debaty współtworzącej pole problemowe mojej pracy: dyskusji dotyczącej statusu ontologicznego czasoprzestrzeni (Sklar 1974; Friedman 1983; Earman 1989; Rynasiewicz 2000; Gołosz 2001; Rickles 2007). Substancjaliści – mówiąc na razie ogólnie – twierdzą, że czasoprzestrzeń ma ontyczną autonomię i jest nieredukowalna do własności (wewnętrznych bądź zewnętrznych)

materialnych ciał/pól/zdarzeń. Relacjoniści natomiast – znów ujmując to w maksymalnie uproszczony sposób – głoszą, że czasoprzestrzeń nie jest bytem rzeczywistym i jest w pełni redukowalna do własności (wewnętrznych bądź zewnętrznych) materialnych ciał/pól/zdarzeń. Spór ten jest organicznie stowarzyszony z dyskusją dotyczącą natury ruchu – substancjaliści oraz relacjoniści inaczej będą tę naturę interpretować. W swojej pracy skupiam się przede wszystkim na sporze ontologicznym. Wynika to z faktu, że patrzę na spór o naturę czasoprzestrzeni z perspektywy metafizyki znaturalizowanej. Poświęcam jednak miejsce na omówienie zagadnień dotyczących ruchu. Odnośna debata została pierwotnie sformułowana w kontekście klasycznie rozumianych pojęć czasu i przestrzeni, jest ona jednak kontynuowana współcześnie w odniesieniu do pojęcia czasoprzestrzeni występującego w fizyce relatywistycznej – głównie w ramach OTW, nie zaś szczególnej teorii względności (STW). Współcześnie, wskazana dyskusja posiada bardzo wiele aspektów. Przykładowo, można wymienić, przy pomocy stosownych pytań, kilka z nich: jak rozumieć terminy dyskusji o naturę czasoprzestrzeni? Na ile powinny być one wierne dawnej debacie o status ontologiczny czasu i przestrzeni? Jaka jest najlepsza wersja poglądu, że czasoprzestrzeń jest substancją i co to właściwie znaczy? Jaka jest najlepsza wersja poglądu, że czasoprzestrzeń jest redukowalna do własności materialnych ciał/zdarzeń/procesów? Czy w ramach OTW da się w ogóle zachować dychotomiczność sporu wzorowanego na klasycznej debacie? Jeśli nie, to co z tego wynika: czy spór należy unieważnić, czy też należy adekwatnie scharakteryzować terminy sporu i zaproponować zupełnie odmienne stanowisko? Wszystkie te pytania nadal są omawiane i mimo pewnej dominacji fizyki kwantowej w filozofii fizyki, stale podejmowane są próby sformułowania najbardziej trafnego poglądu na naturę czasoprzestrzeni.

Ostatnie z wymienionych powyżej pytań jest głównym pytaniem badawczym niniejszej pracy. Proponowana przeze mnie odpowiedź brzmi: spór o naturę czasoprzestrzeni da się poprawnie sformułować, jeżeli będzie on zorientowany na ustalenie statusu ontologicznego pola metrycznego w OTW. Postępem w ramach tego sporu jest przedstawienie trafnego stanowiska z zakresu metafizyki strukturalistycznej. Z tą odpowiedzią związany jest główny cel rozprawy: przedstawienie, w konfrontacji z innymi dostępnymi poglądami, strukturalizmu czasoprzestrzennego, który jest metafizycznie prosty i zadowalający, a także maksymalnie adekwatny w stosunku do fizyki OTW. Moje stanowisko, które nazywam silnym strukturalizmem metrycznym (SSM), inspirowane jest nurtem OSR oraz wynikami przeprowadzonych przeze mnie krytycznych analiz dostępnych stanowisk dotyczących natury czasoprzestrzeni – zarówno substancjalistycznych, relacjonistycznych, jak i alternatywnych strukturalistycznych. W swoim stanowisku proponuję metafizyczną koncepcję strukturalnych

nie-indywiduów. Drugim celem rozprawy jest wskazanie, w jaki sposób SSM pozwala na rozwiązanie większości problemów występujących w innych propozycjach. Trzeci cel dotyczy systematyzacji dostępnych stanowisk zarówno z zakresu metafizyki strukturalistycznej jak i nowszych poglądów na temat natury czasoprzestrzeni. W niektórych przypadkach będzie to oznaczać wprowadzenie po raz pierwszy do polskiej literatury z filozofii fizyki i filozofii nauki pewnych stanowisk, takich jak, przykładowo, minimalny esencjalizm strukturalny (Glick 2016), dynamiczny realizm strukturalny (Stachel 2006; 2014), czy umiarkowany ontyczny realizm strukturalny (Esfeld, Lam 2008; Lam, Esfeld 2012).

Ze względu na to, że pole problemowe rozprawy tworzą dwie rozległe debaty, praca podzielona jest na dwie części. Część pierwsza dotyczy OSR. Część ta składa się z trzech rozdziałów. W pierwszym rozdziale szczegółowo analizuję dwudziestowieczną tradycję strukturalistyczną na którą powołują się zwolennicy OSR i wykazuję, dlaczego takie odniesienie nie jest trafne, za czym idzie uznanie OSR jako swoistego nurtu filozoficznego. W rozdziale tym omawiam również ESR na tle sporu o status poznawczy teorii, zarysowując tym samym bezpośredni kontekst problemowy OSR. W drugim rozdziale przedstawiam rozróżnienie między głównymi wersjami stanowisk tworzących OSR: dwa eliminacyjne warianty OSR oraz jedno stanowisko umiarkowane. W rozdziale drugim i następnym koncentruję się całkowicie na wersjach eliminacyjnych. Rozdział drugi poświęcony jest przede wszystkim analizie założeń epistemologicznych dwóch wersji OSR. W toku analiz proponuję własne założenie o epistemologicznym charakterze: koncepcję, którą nazywam strukturalnym realizmem wewnętrznym. W ramach tej koncepcji objaśniam, w jaki sposób terminy czy symbole teorii, które ze względu na swój kształt albo rolę w formalizmie sugerują odniesienie do indywiduów, nie muszą być metafizycznie interpretowane przy pomocy kategorii bytu partykularnego. W rozdziale trzecim szczegółowo omawiam tezy dwóch wersji eliminacyjnego OSR i uzasadniam, dlaczego skupię się przede wszystkim na wersji zaproponowanej przez Frencha. Przedstawiam w jaki sposób z perspektywy tego stanowiska ujmowana jest QM oraz jak rozumiane są pojęcia indywidualności oraz struktury. Wreszcie, omawiam sprzyjające podejściu nieeliminacyjnemu w strukturalizmie zarzuty skierowane przeciwko OSR.

Część druga mojej pracy dotyczy filozofii czasoprzestrzeni. Część ta składa się z kolejnych czterech rozdziałów. W rozdziale czwartym przedstawiam spór substancjalistów z relacjonistami prowadzony w kontekście mechaniki klasycznej, następnie omawiam ujęcie współczesnego sporu o naturę czasoprzestrzeni wzorowane na dyskusji między Leibnizem a Clarkiem. To prowadzi do omówienia jednego z najważniejszych argumentów we współczesnej debacie – argumentu dziury, który jest głównym powodem dla którego punktów

czasoprzestrzeni nie należy interpretować jako bytów indywidualnych. W rozdziale piątym przytaczam i analizuję krytycznie substancjalistyczne oraz relacjonistyczne reakcje na argument dziury. Rezultaty tych analiz, w szczególności w przypadku odpowiedzi substancjalistycznych, pozwolą na wyznaczenie tych aspektów, które, w moim przekonaniu, musi mieć adekwatne stanowisko w sprawie natury czasoprzestrzeni. Opisuję ponadto, dlaczego argument dziury nie wymusza, aby spór został unieważniony. W rozdziale szóstym przedstawiam strukturalizmy czasoprzestrzenne, który albo są niezależne od OSR, albo są nim inspirowane zaledwie pośrednio. W rozdziale tym jednoznacznie formułuję antyrelacjonistyczne nastawienie w ramach własnego podejścia oraz krytykuję koncepcję strukturalnej indywidualności. W rozdziale siódmym analizuję strukturalizmy czasoprzestrzenne bezpośrednio inspirowane OSR. Na podstawie przedstawionych analiz w obu częściach rozprawy, formułuję dokładnie swoje stanowisko (SSM), realizując główny cel pracy, a następnie opisuję, w jaki sposób pogląd ten umożliwia rozwiązanie problemów zarówno metafizyki strukturalistycznej zawartej w OSR jak i wymienionych wcześniej stanowisk dotyczących natury czasoprzestrzeni.

CZEŚĆ I
REALIZM STRUKTURALNY

Rozdział 1

Kontekst problemowy ontycznego realizmu strukturalnego

Niniejszy rozdział poświęcony jest dwóm motywacjom stojącym za OSR: motywacji historią filozofii oraz motywacji związanej z problemami ESR. Pierwsza z nich, stosunkowo rzadko wspominana w literaturze, związana jest z poglądem zgodnie z którym w ramach filozoficznej refleksji nad nauką istnieje tradycja strukturalistyczna, której OSR jest częścią. W tym sensie, jedną z racji mogących przemawiać za akceptacją OSR jest autorytet myślicieli należących do tej tradycji (zob. Worrall 2018; Gower 2000; French, Ladyman 2003; French, Cei 2009; French 2014; McArthur 2007). Autorzy na których się skupię to Henri Poincaré, Ernst Cassirer, Hermann Weyl oraz Arthur Eddington. Zmierzać będę do uzasadnienia poglądu, że motywacja historyczna jest nietrafna, co jest szczególnie istotne w sytuacjach, w których obrona OSR opiera się na odwołaniu do poglądów wskazanych filozofów i fizyków. W toku rozważań nad motywacją historyczną OSR zasygnalizuję kwestię istotną dla całej niniejszej pracy: dostępne interpretacje fizyki czasoprzestrzeni dokonywane bezpośrednio w oparciu o wersje OSR nie są satysfakcjonujące. W moim przekonaniu, jednym z przejawów tego stanu rzeczy jest odwoływanie się w argumentach zwolenników OSR do wymienionych intelektualistów, reprezentujących zupełnie odmienne orientacje filozoficzne. Drugie umotywowanie OSR dotyczy zasadniczego kontekstu problemowego tegoż stanowiska – trudności związanych z określonymi założeniami występującymi w ESR. Trudności te są odpowiedzialne za nieskuteczność ESR w spójnym ujmowaniu w terminach strukturalistycznych jednego z doniosłych zagadnień występujących w sporze o status poznawczy teorii naukowych, mianowicie kwestii ciągłości teoretycznej. Trzecie umotywowanie OSR związane jest z fizyką fundamentalną i skupiam się na nim w rozdziale 3. Obecnie przejdę do krytycznego omówienia umotywowania pierwszego.

1.1. Poincaré

Poglądy Poincarégo² stanowią inspirację ESR ze względu na wspomniane przed chwilą, i omawiane przeze mnie dokładniej w podrozdziale 1.5, zagadnienie ciągłości teoretycznej w nauce. W związku z tym inspirują one OSR pośrednio. Ponadto, w OSR proponuje się strategię interpretacyjną nazwaną „manewrem Poincarégo”, o którym piszę, między innymi, w podrozdziale 1.2.2. Na jakiej podstawie można umieszczać dorobek filozoficzny Poincarégo w ramach tradycji strukturalistycznej w której znajdują się ESR i OSR? John Worrall (1994; 2018), odwołując się do tychże poglądów, nie przedstawił pogłębionej analizy odnośnego związku. Na potrzeby oceny zgodności ESR z poglądami Poincarégo przyjmę chwilowo uproszczoną charakterystykę tego stanowiska, zgodnie z którą składa się ono z następujących tez: i) istnieje świat niezależny od stanów mentalnych podmiotów poznających; ii) natury (istoty) obiektów³ nieobserwowalnych są niemożliwe do poznania; iii) poznawanie świata ograniczone jest do odkrywania struktur. Najpierw pokażę, dlaczego *prima facie* tezy te można wiązać ze stanowiskiem Poincarégo, by następnie wykazać niesłuszność takiej interpretacji.

1.1.1. Prawdziwość równań matematycznych

Tezę i) można przypisać Poincarému ze względu na jego przekonania w kontekście dyskusji z przełomu XIX i XX wieku wokół „bankructwa nauki” (zob. MacLeod 1982). Przeciwwstawił⁴ się on bowiem zaproponowanym przez Edouarda Le Roy’a interpretacjom swojego konwencjonalistycznego stanowiska w filozofii geometrii (Ivanova 2015: 115). Le Roy sądził, że z niestabilności nauki należy wyprowadzić radykalnie instrumentalistyczny na

² Poglądy omawiane w podrozdziałach 1.1 i 1.2 ujmuję na podstawie swoich rozważań przedstawionych w (Luty 2020).

³ Uwaga terminologiczna: w polskiej terminologii w kontekście ontologii teorii naukowych zazwyczaj używa się terminu „przedmiot”, np. „przedmiot indywiduowy”, „przedmiot teoretyczny” itp. (zob. Czarnocka 1984). Decyduję się jednak na odejście od tej konwencji i w kontekstach ontologicznych stosuję termin „obiekt” zamiast terminu „przedmiot”. Umotywowane jest to przede wszystkim zgodnością z tekstami anglojęzycznymi przywoływanymi w pracy, w których szczegółowe rozważania dotyczące różnicy między pojęciami rzeczy, przedmiotu i obiektu występują bardzo rzadko. Moja decyzja jest zatem powiązana z pewną wygodą terminologiczną.

⁴ Uwaga gramatyczna: pisząc o myślicielach w ramach motywacji historią filozofii OSR celowo korzystam z czasu przeszłego. Odnosząc się do filozofów współczesnych stosuję już czas teraźniejszy.

nią pogląd – powoływał się w tym miejscu właśnie na konwencjonalistyczne podejście Poincarégo. Dla Poincarégo takie wykorzystanie jego konwencjonalizmu stanowiło nadużycie, uznawał on bowiem obiektywność nauki i sądził, że instrumentalistyczne i mocno konstruktywistyczne poglądy głoszące wtórność faktów wobec dowolnie przyjętej teorii i swobodnych decyzji podmiotu są błędne. Nie jest bowiem tak, twierdził Poincaré, że aktywność podmiotu polega na *wytwarzaniu* faktów, ale na procedurze dobierania i selekcji faktów zastanych w świecie (Poincaré 1958: 122), a co więcej, „(...) fakty pozostaną faktami i jeżeli tak się zdarzy, że zdołamy je przewidzieć, to nie jest to rezultat naszej nieskrępowanej niczym aktywności” (*ibid.*: 127, tł. D. Luty). Przynajmniej w kontekście samych podstaw nauki, Poincaré uważał, że istnieją surowe fakty, które są nieredukowalne do czegokolwiek innego (*ibid.*: 126). Polemizując z Le Roy’em, Poincaré stwierdzał:

Czym zatem jest nauka? (...) Jest to, nim dokona się jakichkolwiek klasyfikacji, sposób kojarzenia faktów mających zróżnicowane przejawy, jak gdyby były one połączone jakimś naturalnym i ukrytym pokrewieństwem. Nauka, innymi słowy, jest systemem relacji.(...) Powiedzieć, że nauka nie posiada obiektywnej wartości skoro poucza nas jedynie o relacjach, to rozumować wstecz, skoro właściwie jest tak, że to same relacje należy uznać za obiektywne (*ibid.*: 142, tł. D. Luty).

Ponadto, Szlachcic (2011: 349–350) podkreśla, że w pismach Poincarégo występują odniesienia do pojęcia prawdy, ujętego na trzy sposoby: a) jako idei regulującej działania poznawcze realizowane przez społeczność naukową; b) jako zgodności fragmentów wiedzy naukowej ze sobą; c) jako kwestii rozstrzygalności kwalifikacji prawdziwościowej praw i teorii nauk empirycznych. Poincaré zatem nie negował pojęcia prawdy naukowej, ale jedynie je problematyzował, wskazując różne jego aspekty w kontekście praktyki badawczej. W związku z tym, jak się wydaje, istnieje racja do mówienia o jakiejś słabej postaci realizmu u Poincarégo (Psillos 2015: 100).

Teza ii) powyższej, uproszczonej wersji ESR przypisywana jest głównie na podstawie następującego cytatu:

Niech nikt nie sądzi, że oto sprowadzamy teorie fizyczne do roli zaledwie praktycznych wskazówek; te równania wyrażają relacje i jeśli równania pozostaną prawdziwe to dzieje się tak, ponieważ relacje zachowują swoją realność. Dzięki równaniom możemy, tak teraz, jak i kiedyś, nauczyć się, że istnieje taka a taka relacja między czymś jednym a czymś drugim. Tylko, że kiedyś to jedno coś nazywaliśmy *ruchem*, a teraz zwiemy *prądem elektrycznym*. Lecz były to tylko nazwy obrazów, które podstawiane były za rzeczywiste obiekty, a których natura na zawsze pozostanie przed nami ukryta. Prawdziwe relacje między tymi rzeczywistymi obiektami są jedyną osiągalną przez nas rzeczywistością i jedynym warunkiem jest to, żeby te same relacje zachodziły zarówno między tymi obiektami jak i między obrazami, którymi zastępujemy obiekty. Jeśli te relacje są nam znane, jakież

to ma znaczenie, jeżeli uznamy za wygodne zamienianie jednych obrazów innymi? (Poincaré 1905: 161, tł. D. Luty).

Tezę iii) można przypisać Poincarému pod wpływem interpretacji przedstawionej przez Jerzego Giedymina (1982: XI). W kontekście tej interpretacji konwencjonalizm Poincarégo w odniesieniu do fizyki wynikał z przyjęcia przez niego koncepcji „fizyki zasad”, zgodnie z którą w pewnym momencie historycznego rozwoju fizyki niektóre empiryczne uogólnienia nie są już, na mocy decyzji naukowców, testowane przy pomocy kolejnych świadectw empirycznych – uogólnienia te stają się zakładanymi dalej w nauce „zasadami” (Poincaré 1905: 138). W rezultacie zasady te nie podpadają już pod dychotomię prawdy i fałszu (Giedymin 1982: 27; zob. Poincaré 1958: 93). Jako przykłady takich zasad Poincaré (1958: 94) podawał m.in. zasady zachowania masy i energii czy zasadę najmniejszego działania⁵. W opinii Poincarégo, jeżeli miałyby miejsce kryzys zasad, to nigdy nie jest tak, że obejmie on wszystkie z nich. Te zasady, które przetrwają (podlegając rzecz jasna modyfikacjom, np. w ich postaci formalnej) tworzą ciągłość nauki na poziomie teoretycznym, poza przyrostem danych empirycznych (*ibid.*: 95).

Giedymin, traktując koncepcję fizyki opartej na zasadach jako jedną z ważniejszych podstaw filozofii nauki Poincarégo, chciał przede wszystkim podkreślić, że jego konwencjonalizm w odniesieniu do mechaniki nie ma charakteru instrumentalistycznego oraz że konwencjonalizm ten nie jest skrajny. Zasady, choć odwoływalne, ugruntowane są w faktach, a Poincaré, jak było to widoczne w kontekście jego dyskusji z Le Roy’em, akceptuje istnienie faktów, które nie są wytwarzane dowolnie przez podmiot. Giedymin kontynuuje:

według Poincarégo, równania tworzące abstrakcyjną część teorii fizycznej współokreślają jej zawartość nie tylko ze względu na konsekwencje obserwacyjne teorii, ale również ze względu na samą postać tych równań, wykorzystaną do przedstawienia określonych rozwiązań. Przez postać równań Poincaré rozumiał ich typ (równania różniczkowe zwyczajne lub cząstkowe), rząd i grupę, której transformacje realizuje, tj. względem której równanie jest niezmiennicze. Jeśli dwie teorie są nie tylko równoważne obserwacyjnie, lecz również korzystają z równań o takiej samej postaci, wtedy są one ściśle równoważne. (Można to nazwać konwencjonalistyczną zasadą równoważności albo tezą strukturalnego realizmu) (Giedymin 1982: 83, tł. D. Luty).

Podany przez Poincarégo przykład w tym kontekście dotyczy zjawisk absorpcji i dyspersji w optyce oraz ich opisu przy pomocy równań Fresnela⁶. W przejściu od teorii

⁵ Jedną z zasad wariacyjnych w mechanice. Giedymin zresztą starał się wykazać, że koncepcja fizyki zasad sięga właśnie Hamiltona (Giedymin 1982: 43).

⁶ Dokładniej omawiam ten przypadek w podrozdziale 1.5.2.

Fresnela do teorii elektromagnetyzmu równania te zachowały swoją postać i zdaniem Poincarégo było to możliwe, ponieważ uchwytują one relacje zachodzące w świecie oraz prowadzą do tych samych przewidywań obserwacyjnych w obu rozważanych teoriach. Jeżeli zatem w dwóch teoriach występują równania stanowiące reprezentację praw rządzących rzeczywistymi związkami między zjawiskami, to prawa te powinny w obu teoriach być wzajemnie przekładalne z tego względu, że odnoszą się do pewnych zjawisk będących surowymi faktami. Stąd „prawami niezmiennymi są stosunki między faktami surowymi” (Poincaré 1958: 129). To, co niezmiennicze pod niezmiennymi prawami, to tzw. „niezmienniki powszechne” przynajmniej częściowo równoważnych, choć odmiennych, teorii naukowych. Wynika stąd, że równania różniczkowe wyrażające takie niezmiennie prawa mają być „zawsze prawdziwe” (Poincaré 1905: 161). W tym sensie, jak sądzę, niezmienniki powszechne mogą sugerować, ze względu na odniesienie do surowych faktów, że dla Poincarégo istnieje jedna, obiektywna rzeczywistość, która może być opisywana na różne sposoby.

1.1.2. Rzeczywistość a obiektywność

Powyżej wskazane racje za interpretowaniem stwierdzeń Poincarégo w sposób zgodny z ESR powierzchownie jednak oddają jego poglądy. Kluczowa dla tezy i) jest przeprowadzona przez Poincarégo obrona obiektywności nauki. Jednakże w jego przekonaniu termin „obiektywność” nie jest w żadnym razie równoważny terminowi „rzeczywistość”. Poincaré uważał, że „To, co zwiemy obiektywnością jest (...) wspólne wielu myślącym bytom i może być wspólne im wszystkim; ta wspólna im część (...) może jedynie być harmonią wyrażaną przez matematyczne prawa” (Poincaré 1958: 14, tł. D. Luty). Bardziej trafne ujęcie głosiłoby, że obiektywność u Poincarégo należy rozumieć jako intersubiektywność (Brading, Crull 2017: 114). Dalej, mimo retoryki Poincarégo, relacji wyrażonych przez równania nie trzeba traktować realistycznie (Brading, Crull 2017: 113). Nie należy dosłownie traktować wypowiedzi Poincarégo o „prawdziwości równań” jako kwalifikacji prawdziwościowej. Jaki zresztą miałyby sens te wypowiedzi, gdyby wziąć je na poważnie? W jaki sposób same równania matematyczne miałyby być „prawdziwe”? Uważam, że wszystkie wymienione wcześniej sposoby odnoszenia się Poincarégo do pojęcia prawdy nie dają odpowiedzi na to pytanie, dotyczą one bowiem całych teorii naukowych i tego, jak są one używane przez naukowców.

Koncepcja faktów surowych, przy bardziej szczegółowej analizie, w niewielkim stopniu wspiera interpretacje poglądów Poincarégo z perspektywy ESR, ponieważ koncepcja ta jest

w jego filozofii częścią teorii genezy myślenia naukowego i nie służy charakterystyce tego, w jaki sposób teorie naukowe odnoszą się do *świata*. Poincaré, owszem, sądził, że istnieją surowe fakty, dzięki którym można stwierdzić stabilność określonych związków, są one jednak odróżnione od faktów naukowych (Szumilewicz 1978: 33). Twierdził, że przejście od faktów surowych do faktów naukowych polega na selektywnej idealizacji, opartej na intuicji oraz potocznym doświadczeniu. Można to przedstawić na przykładzie zaproponowanego przez Poincarégo opisu źródła pojęcia grup przekształceń w geometrii i fizyce (zob. Zahar 1997: 199; Hilbert, Hugget 2006: 765). Uważał on, że pojęcie grupy przekształceń nie mogłoby powstać, gdyby podmioty ludzkie nie miały kontaktu z ciałami sztywnymi w przyrodzie, które przemieszczają się w sposób ciągły i zachowują przy tym swoje własności (Poincaré 1905: 60–61). Chociaż nie istnieją ciała *doskonale* sztywne, pojęcie takiego ciała można uzyskać w drodze idealizacji (*ibid.*: 64). Przeprowadzając w umyśle dowolną liczbę powtórzeń określonych przemieszczeń, możemy prawa ich składania uogólnić do (naukowo istotnego) pojęcia grupy przekształceń. Ze względu na zachowanie ciał w przybliżeniu sztywnych, dostępnych w potocznym doświadczeniu, najwygodniejszą idealizacją jest ta, która obejmuje grupy przekształceń w przestrzeni euklidesowej. Empiryzm w filozofii geometrii jest, zdaniem Poincarégo, fałszywy, to znaczy nie istnieje eksperyment pozwalający wybrać jedną z wielu dostępnych geometrii, ale nie jest jednak tak, że kryterium wygody w wyborze geometrii jest kryterium dowolnym. Jest ono u Poincarégo osadzone we fragmentach potocznego doświadczenia, np. opisanego kontaktu z ciałami w przybliżeniu sztywnymi, które jest wybrane, a następnie poddane intelektualnej obróbce *ze względu na pewne wyróżnione, intuicyjne zdolności umysłu* (Torretti 1984: 320–352), głównie ze względu na zdolność do powtarzania w pamięci (Ben-Menahem 2006: 51–52), która osadzona jest, według Poincarégo, w dostępnej intuicyjnie indukcji matematycznej (Poincaré 1958: 23).

W tym kontekście przypisanie tezy ii) także okazuje się niefortunne. W świetle powyższych uwag twierdzenie o niepoznawalności natur obiektów nieobserwowalnych uzasadniane jest raczej w sposób bliższy kantowskiemu podejściu do niepoznawalności rzeczy samych w sobie niż ze względu na przekonanie, że w toku historii rozwoju nauki okazało się, że natury nie są odkrywane. Ponadto, chociaż Poincaré odrzucał konstruktywizm, to nie twierdził on, że w procesie tworzenia nauki aspekt twórczy podmiotu nie odgrywa żadnej roli; uważał on, że człowiek wnosi nieusuwalny wkład w funkcjonowanie nauki (Psillos 2014: 20). Chociaż ta aktywność podmiotu może być zawodna, to jednak nie daje się wyeliminować, stąd poprawne ujęcie nauki nie może, zdaniem Poincarégo, czerpać wyłącznie z analizy równań matematycznych:

(...) Nie zaszedłbym tak daleko, by twierdzić, że obiektywność sprowadza się do czysto ilościowych określeń (to by prowadziło do zbyt daleko posuniętego ukonkretnienia natury rozważanych relacji). Rozumiemy jednakże, że niektórzy mogliby przesadzić i uważać, że świat jest tylko równaniem różniczkowym (Poincaré 1958: 136, tł. D. Luty).

Teza iii) ESR również okazuje się nie do pogodzenia z filozofią Poincarégo, ponieważ zasady mają dla niego przede wszystkim szczególnie metodologiczny walor związany z ekonomią myślenia. Równania bowiem „pozwalają nam unikać ciągłego powtarzania (badań) poprzez podanie nam określonego rezultatu z góry” (Poincaré 1905: 159). W tym sensie Poincaré rozumie zasady jako pewien mechanizm samoregulujący naukę pojętą jako zespół działań pewnej społeczności (naukowców). Ponieważ w takim kontekście zasady stanowią dla Poincarégo podstawę ciągłości teoretycznej w nauce, trudno jego ujęcie tejże ciągłości pogodzić z jakimkolwiek współczesnym sposobem charakteryzowania jej przez realistów teoriopoznawczych. Ciągłość teoretyczna nie jest dla nich aspektem pracy kolektywów badawczych, lecz wyrazem faktu, że nauka w toku swojego rozwoju nie tylko pozwala na gromadzenie dokładniejszych danych empirycznych, ale również coraz bardziej prawdziwe reprezentacje nieobserwowalnej części świata fizycznego.

Sądzę, że trudno jest głosić ścisły związek poglądów Poincarégo z czysto eksternalistyczną epistemologią związaną z ESR zaproponowaną przez Worralla. Bierze się to zarówno z odmiennego ich umotywowania i innego rozumienia terminu „obiektywność”, jak i z ich wielowątkowości, bardzo dobrze rozpoznanej w literaturze dotyczącej filozofii nauki (zob. Sady 2013: 74). Szczególnie istotna jest kwestia ciągłości teoretycznej w nauce. Worrall bowiem pierwotnie odwoływał się do Poincarégo właśnie w kontekście obrony realizmu przed argumentami wykazującymi nieistnienie omawianej ciągłości. Na podstawie powyższych rozważań należałoby stwierdzić, że inspiracja ta jest z zasadniczych powodów niefortunna, co sprzyja pogładowi, że filozofii Poincarégo nie należy sytuować w ramach właściwie czy ściśle rozumianej tradycji strukturalistycznej, do której ESR i OSR miałyby również należeć.

1.2. Cassirer

Poglądy Cassirera stanowią *explicite* inspirację wersji OSR zaproponowanej przez Frencha (2014, 2018). Jako punkt wyjścia oceny zgodności przekonań Cassirera z OSR przyjmę na razie uproszczoną charakterystykę tego stanowiska. Ogólnie, twierdzi się w nim, że: i) istnieje świat niezależny od stanów mentalnych podmiotów poznających; ii) obiekty

(indywidua⁷) są eliminowalne z ontologii świata fizycznego; iii) to, co istnieje w świecie (substrat świata), to struktury. Tezy ii) i iii) są właściwe OSR i łącznie prowadzą do niestandardowego ontologicznego pojęcia struktury jako zbioru samodzielnie istniejących relacji. Dokładniejsze analizy tego stanowiska przedstawię w rozdziale drugim. Twierdzę, że interpretacja łącząca OSR – stanowisko zdecydowanie realistyczne z mocną tezą metafizyczną – z neokantowskim stanowiskiem Cassirera jest mało wiarygodna. W rezultacie Cassirer również nie powinien być, w moim przekonaniu, włączany do tradycji strukturalistycznej, która wskazywana jest jako istotna dla współczesnych realizmów strukturalnych. Obecnie skupię się na uzasadnieniu tego poglądu.

1.2.1. Relacyjny charakter treści poznania

W odniesieniu do tezy ii) poglądy Cassirera stanowią podstawę tego, co French nazywa „rekonceptualizacją obiektów” (French 2014: 114). Należy przez to rozumieć taką strategię interpretacyjną w odniesieniu do teorii naukowych (główne przykłady to QM i OTW), zgodnie z którą terminy czy symbole sugerujące odniesienie do indywiduów są pewnymi artefaktami reprezentacyjnymi, sprowadzającymi się w pełni do symetrii i praw danej teorii. Symetrie i prawa w teorii informują nas o właściwej, bezobiektywnej, ontologii świata fizycznego. French powołuje się w tym kontekście na następujące słowa Cassirera: „Jeżeli chcemy dalej mówić w języku codziennym o elektronach jako obiektach – ponieważ nie dysponujemy logiczno-językowymi narzędziami, aby czynić to inaczej – wtedy możemy się w ten sposób wyrażać w sposób ‘jedynie pośredni’ (...), w tym sensie, że one same nie są indywiduami, lecz ‘punktami przecięć’ określonych relacji” (Cassirer 1956: 184, tł. D.Luty; cyt. za: French 2014: 97).

W kontekście stanowiska Frencha teza iii) powiązana jest z określoną koncepcją obiektywnej modalności. Pojawił się w tym kontekście zarzut, że to, jak właściwie rozumie się tutaj pojęcie struktury oraz jak łączy się ono z pojęciem obiektywnej modalności, nie jest dokładnie wytłumaczone. Wstępne wyjaśnienia Frencha, istotne z perspektywy rozpatrywania motywacji historycznej OSR, są następujące:

⁷ W dalszych częściach pracy przyjmuję konwencję, zgodnie z którą określenie „jednostkowość” oznacza wyłącznie numeryczny fakt, natomiast „indywidualność” oznacza „jednostkowość + określona tożsamość”. Kwestię tego, czy numeryczna przeliczalność zbioru implikuje indywidualność jego elementów, omawiam w późniejszych rozdziałach tej rozprawy.

Zacznę od wizji Cassirerowskiej (...): sformułowania praw wyrażają sieć relacji, które są „spajane” przez zasady symetrii reprezentujące to, co jest niezmiennicze w tej sieci. Jak do tego połączenia dochodzi, oczywiście zależy od pojmowania związku między prawami i symetriami. Mogłoby się zdawać, że poglądy, zgodnie z którymi zasady symetrii są więzami określającymi prawa, bądź w niektórych przypadkach bezpośrednio dyktują prawa, lepiej odpowiadają koncepcji łączenia relacji w sieci, niż pogląd, według którego symetrie są „produktami ubocznymi” praw. Jednakże symetrie, nawet gdyby były (tylko) produktami ubocznymi praw, mogłyby pełnić tę samą rolę łączącą, a dokładniej rolę własności wyższego rzędu tych praw, ponieważ, jako takie, mogą niejako rozpinać (*span*) prawa, a zatem działać w roli „spoiwa” struktury. Próby *rozstrzygnięcia* między tymi poglądami zazwyczaj odwołują się do praktyki naukowej, która tak naprawdę nie jest decydująca. Biorąc to wszystko pod uwagę (...) będę nadal utrzymywał za Cassirerem, że między symetriami a prawami zachodzi coś w rodzaju „wzajemnego przeplatania się i powiązania”, i że to stąd biorą się byty nazywane dotąd obiektami (French 2014: 264, tł. D. Luty).

W powyższym fragmencie punkt wyjścia w odpowiedzi na wymieniony problem określony jest bezpośrednio w odniesieniu do filozofii Cassirera. French i Cei (2009: 113) twierdzą, że jego poglądy mogą być w zasadzie odseparowane od neokantyzmu marburskiego, którego Cassirer był przedstawicielem. Uważają oni, że można wyprowadzić następujące wnioski z filozofii Cassirera, które są ich zdaniem niezależne od neokantowskiego tła jego poglądów: a) relacje są logicznie wcześniejsze od obiektów, b) obiektywność nie jest powiązana z ontologiczną kategorią obiektów (*ibid.*). Właśnie w tym kontekście należy zapytać, czy przedstawione wnioski oraz daleko idąca inspiracja poglądami Cassirera jest trafna.

Obiektywność nauki była niepodważalna w marburskiej szkole neokantyzmu (Friedman 2005a: 72). Głównym celem, jaki postawił przed sobą Cassirer, było wyjaśnienie tejże obiektywności w świetle pojawienia się wyników naukowych i matematycznych niezgodnych z doktryną kantowską, przede wszystkim z czystym *a priori* oraz koncepcją czasu i przestrzeni jako form naoczności (Friedman 2005b: 120). Kant usiłował wyjaśnić, jak możliwe jest zmatematyzowane przyrodznawstwo, za wzór przyjmując fizykę newtonowską (zob. Łukasik 2013: 31), ale wraz z powstaniem teorii elektromagnetyzmu, obu teorii względności oraz fizyki kwantowej zdezaktualizowała się ona jako fundamentalna teoria przyrodnicza i nie można już było jej traktować jako wyrażającej określone raz na zawsze formy naoczności. Cassirer bezpośrednio czerpał z rozwijających się nauk ścisłych, logiki matematycznej (czerpiąc z prac Fregego i Russella) oraz matematyki, korzystając zwłaszcza z prac Dedekinda, teorii szeregów oraz *Erlanger Programm* Feliksa Kleina (Gower 2000: 88). Centralne pojęcia w tym kontekście to pojęcia funkcji oraz relacji, które pozwalają, jak sądził Cassirer, uniknąć problemów

związanych z teoriami poznania zakładającymi mniej lub bardziej wyraźnie taką metafizykę, zgodnie z którą stosunek myśli do bytu ma charakter przeciwstawienia:

Tak jak właściwa rola pojęcia nie polega na tym, że dzięki niemu, abstrakcyjnie i schematycznie 'odwzorowywana' jest pewna dana różnorodność, lecz na tym, że zawiera ono w sobie prawo relacji, poprzez które dopiero zostaje stworzony nowy i jedyny związek tej różnorodności, tak forma łączenia doświadczenia ukazuje się jako taka, która zmienne 'wrażenia' przekształca w stałe 'przedmioty'. Najogólniejszy wyraz 'myśli' jest więc faktycznie taki sam, jak najogólniejszy wyraz 'bytu', Przeciwstawienie, którego metafizyka nigdy nie była w stanie przewyciężyć, zostaje zniesione, gdy się powróci do logicznej funkcji podstawowej (...) (Cassirer 2008: 284).

Cassirer uznał, że adekwatne oraz zgodne z rozwojem nauk szczegółowych i matematycznych ugruntowanie obiektywności poznania naukowego powinno polegać na zwróceniu się ku formalnej charakterystyce samego związku między stroną podmiotową i przedmiotową. Rozumiał to jako funkcjonalne przyporządkowanie o charakterze prawa, transcendentalną „myślową odpowiedniość (korespondencję)” – *gedankliche Zuordnung*, które dokładniej można opisać następująco:

(...) Tworzenie pojęć nie zawiera procedury wyodrębniania ze zbioru indywiduów na drodze abstrakcji pewnej własności wspólnej. Raczej jest tak, że to indywidua są powiązane przez pewne „ogólne prawo odpowiedniości” (*Gesetz der Zuordnung*). W samym uporządkowaniu różnorodności zjawisk zakłada się taką korespondencję, jeśli nawet nie w postaci zupełnej, to przynajmniej ze względu na jej podstawową funkcję. W zgodzie z odrzuceniem w szkole marburskiej niezależności władzy „biernej” czy „receptywnej” intuicji, poznanie jest skutkiem „współprzenikania się” sfery zmysłowej i pojęciowej. „Materia” poznania nie jest niezależna od jego „formy”, lecz *jest* stale w relacji do niej, podczas gdy „forma” zachowuje ważność jedynie w relacji do „materii”. Dla Cassirera ta wzajemna zależność jest zawarta w transcendentalno-logicznej, konstytuującej obiekty relacji *Zuordnung*. Opierając się presji mentalizmu, Cassirer powstrzymał się przed scharakteryzowaniem czegokolwiek poza samą tylko logiczną formą tej „myślowej odpowiedniości” (*gedankliche Zuordnung*), dzięki której różnorodne elementy złączone są w systematyczną jedność (Ryckman 2005: 40, tł. D.Luty).

W związku z powyższym, French i Cei wydają się mieć rację, gdy twierdzą, że „ze strukturalistycznej perspektywy Cassirera, nie istnieją substancjalne nośniki fizycznych własności, lecz jedynie funkcjonalne przyporządkowania, do których nasze metafizyczne pojęcie fizycznego obiektu jest ostatecznie sprowadzone” (French, Cei 2009: 108). Istotnie, Cassirer odrzucał przekonanie, że przedmiotem poznania nauk fizycznych jest zbiór obiektów podpadających jakkolwiek pod pojęcie substancji: „zajmuje nas nie tyle istnienie rzeczy, lecz obiektywne obowiązywanie relacji; cała nasza wiedza o atomach prowadzi do tego

obowiązywania i jest od niego zależna” (Cassirer 1956: 143, tł. D. Luty; cyt. za French, Cei 2009: 109).

Jest jednak jasne, że w kontekście epistemologicznie zorientowanych dociekań Cassirera, pojęcia funkcji i *Zuordnung* nie konstytuują autonomicznych relacji jako przedmiotów poznania, lecz raczej charakteryzują działanie aktów poznawczych. Szczególnie jest to widoczne w kontekście Cassirerowskiego ujęcia praw przyrody. Chociaż on sam nie precyzuje zwięźle, co rozumie przez prawa przyrody, zasadne wydaje się przypisanie mu poglądu, w świetle jego podejścia do pojęcia substancji, że uporządkowanie wiedzy o świecie za pomocą kategorii praw oznacza wiedzę niezależną od rodzajów przedmiotów oraz ich konkretnych własności (Moss 2015: 232). Podstawą do stwierdzania związków *quasi-nomologicznych* była u Cassirera koncepcja „czystej funkcji” (*reine Funktion*), wzorowana na funkcji matematycznej, która jest niezależna od stwierdzeń dotyczących rodzajów obiektów (zob. Cassirer 2006: 59; Cassirer 2008: 190; Pollok 2010: 371; Moynahan 2013: 136). Istotne jest to, że koncepcja czystej funkcji w ujęciu Cassirera jest konstruktywną, a nie deskryptywną zasadą rozumową, która służy porządkowaniu danych doświadczenia. Obiekty o których można stwierdzać przynależność rodzajową bądź konkretne własności są możliwe jako treści doświadczenia dopiero w świetle rozumowego uporządkowania doświadczenia, opisywanego przez Cassirera przy pomocy koncepcji czystej funkcji. Zatem stwierdzenie funkcjonalnych zależności – czyli stwierdzania pewnych związków *quasi-nomologicznych* – jest logicznie wcześniejsze niż stwierdzenia dotyczące przedmiotów (*ibid.*: 235).

Powyzsza koncepcja Cassirera ma charakter ogólny i musi taki mieć, jeżeli istotnie chodzi o ugruntowanie poznania w ogóle *na bazie rozwoju nauk*. Chociaż Cassirer zrywa z kantowską czystą intuicją, i między innymi z tego względu pojęcie czystej funkcji ma charakter konstruktywny, a nie deskryptywny, to nadal pojęcie intuicji jest w tym kontekście definicyjnie uwikłane w koncepcję działania intelektu rozumianą w sposób neokantowski. Stąd nieco frapujące może być stwierdzenie Frencha i Cei, że konsekwencją obrazu poznania naukowego zaproponowanego przez Cassirera jest to, że „prawa są reprezentowane przez równania wyrażające relacje między funkcjami” (French, Cei 2009: 107, tł. D.Luty). Konkretna forma matematyczna poszczególnych praw w kontekście konkretnych teorii byłaby bowiem, w świetle rozważań Cassirera, równie wtórna wobec koncepcji czystej funkcji, co przedmioty podpadające pod pojęcie substancji. French i Cei usilnie jednak próbują bronić przekonania, że neokantyzm Cassirera da się pominąć w formułowaniu dwóch konkluzji, które wymieniłem: „w pracach Cassirera nie ma żadnych elementów, które prowadzą do wniosku, że neokantowskie pojęcie prawa jest jedynym możliwym kandydatem, choć jest ono

zdecydowanie naturalnie przekonujące, mówiąc konceptualnie” (French, Cei 2009: 114). Jednakże, u Cassirera takie ujęcie praw nie tyle wynika z jego analiz, co jest założone ze względu na określone poglądy dotyczące poznania. Istotnie, można twierdzić, że w stanowisku Cassirera dochodzi do „rekonceptualizacji” pojęcia obiektu, ale całe uzasadnienie tej strategii w pełni spoczywa na jego neokantowskiej filozofii. Stąd interpretacje Frencha i Cei w tym kontekście są, jak uważam, nietrafne oraz mylące.

1.2.2. Zasady konstytutywne i regulatywne

Powyższy wniosek można dalej wzmocnić. Dla swojego ujęcia nauki Cassirer formułuje problem *celów poznania* i charakteryzuje je przy pomocy terminów „jedności” i „trwania” (Cassirer 2008: 313). Przez „jedność” teorii naukowej Cassirer rozumiał jej spójność i ustrukturyzowanie przez prawa formułowane w tej teorii, przez „trwanie” rozumiał zaś to, co niezmiennicze w poznaniu z różnych perspektyw. W kontekście jedności teorii istotne jest wskazanie, że u Cassirera konkretne prawa przyrody sformułowane w ramach danej teorii *nie są* tożsame z prawami rządzącymi takim poznaniem, gwarantującymi jego obiektywność. W tym kontekście Cassirer odróżniał stwierdzenia dotyczące pomiarów od stwierdzeń dotyczących praw, a także od stwierdzeń dotyczących zasad (Cassirer 1956). Te ostatnie są najbardziej ogólne i są dla Cassirera *właściwym apriorycznym komponentem* samego poznania naukowego. Właśnie od tych zasad zależy, zdaniem Cassirera, powszechna obowiązywalność praw przyrody (możliwość ich sformułowania zależy natomiast od czystej funkcji), z kolei przedmiot poznania jest dla Cassirera (zob. 2008: 299) konstytuowany w zależności od kontekstu badawczego poszczególnych teorii przyrodoznawczych. Cassirer powoływał się w tym kontekście, tak samo jak Poincaré, na fizykę zasad:

Od połowy dziewiętnastego stulecia jednakże w miejsce (...) „fizyki materii” coraz bardziej stanowczo i wyraźnie zaczęła wkraczać fizyka zwana „fizyką zasad”. Tutaj nie wychodzi się od hipotetycznego istnienia określonych materii i czynników, lecz od pewnych powszechnych relacji, które są traktowane jako kryteria interpretacji poszczególnych zjawisk. Ogólna teoria względności stoi metodycznie na końcu tego szeregu, ponieważ zbiera wszystkie poszczególne systematyczne zasady w jedność najwyższego postulatu – nie postulatu stałości rzeczy, lecz niezmienności pewnych wielkości i praw wobec wszelkich przekształceń układu odniesienia (Cassirer 2006: 73).

Ze względu na zagadnienie zgodności poglądów Cassirera z OSR, status zasad jest w mojej opinii decydujący. Skupię się na przykładzie OTW. W przypadku tej teorii Cassirer

jako zasadę traktował ogólną współmienniczość (zob. Ihmig 1999), interpretując ją jako uogólnienie zasady względności z STW i wydaje się, że Cassirer rozumiał to następująco:

Wraz z żądaniem, aby prawa przyrody były ogólnie współmiennicze, fizyka dopełniła przejście od tego, co substancjalne do tego, co funkcjonalne – już nie jest tak, że istnienie jednostkowych bytów, określonych trwałości, znajdujących się w czasie i przestrzeni, tworzy „ostateczną warstwę obiektywności”, lecz raczej rolę tę pełni „niezmienniczość relacji pomiędzy wielkościami” (Ryckman 1999: 606, tł. D. Luty).

Wartościowe w tym kontekście może być porównanie Cassirera z przedstawicielami logicznego empiryzmu. Wyjątkowy status zasad u Cassirera, np. ogólnej współmienniczości, odróżnia go od innych wczesnych filozoficznych komentatorów OTW, zwłaszcza od Moritza Schlicka, dla którego *Zuordnung* nie miało charakteru intelektualnego i prowadziło jednoznacznie do empiryzmu czy konwencjonalizmu, w tym sensie, że funkcjonalna korespondencja dotyczyła kwestii założeń dotyczących przyrządów pomiarowych (Ryckman 2005: 28). Przede wszystkim jednak Schlick, zgadzając się na utożsamienie obiektywności z niezmienniczością, znajdował w tym kryterium obserwowalności, przez co rozumiał pogląd, że zgoda wszystkich obserwatorów co do uzyskanego z różnych perspektyw pomiaru była podstawą do mówienia o obiektywności (Friedman 1999: 25). Dla Cassirera, obiektywność związana z zasadą, na mocy której pewne wielkości są niezmiennicze, nigdy nie mogłaby być kryterium obserwowalności, czy w ogóle być związana z tym, co empiryczne:

(...) podstawową zasadę teorii względności – że uniwersalne prawa natury nie zmieniają swojej formy przy całkiem dowolnych przekształceniach zmiennych przestrzenno-czasowych – można rozumieć jako twierdzenie analityczne; jako wyjaśnienie, co rozumie się przez „uniwersalne” prawo przyrody. Ale wymaganie, że w ogóle musi istnieć tego rodzaju ostateczna stała, jest syntetyczne (Cassirer 2006: 51).

Już ujawnione w toku rozwoju nauki zasady mają mieć charakter logicznie konieczny, w tym sensie, że „w rzeczywistości da się pokazać, iż ogólna idea niezmienności i jednoznaczności pewnych wartości [fizycznych], która jest naczelną ideą teorii względności, musi w jakiejś formie powrócić w każdej teorii przyrody, ponieważ należy do jej logicznej i teoriopoznawczej istoty (*ibid.*)”. Stąd zasady miałyby przede wszystkim charakter regulatywny i właśnie jako takie są aprioryczne. Zasady pojęte w ten sposób stają się zatem, w przekonaniu Cassirera, stwierdzeniami normatywnymi.

Zgodność OSR z filozofią Cassirera dotyczy zatem tego, jaki właściwie status mają zasady – czy ich charakter można określać jako *wyłącznie* regulatywny, czy też należy je określać jako konstytutywno-regulatywne. Konstytutywność zasad dotyczy kwestii ustalenia

warunków możliwości poznania obiektu określonego z pewnej perspektywy teoretycznej. Zatem jeżeli zasady w sensie regulatywnym są aprioryczne, tak zasady konstytutywne niekoniecznie takie muszą być, ponieważ są zależne od kontekstu badawczego. Thomas Ryckman (2005: 46) zaproponował, aby ogólną współzmienniczość traktować jako zasadę zarówno regulatywną jak i konstytutywną, zgadza się z nim Jeremy Heis (2014: 11). Na podstawie argumentacji przedstawionej przez tych autorów uważam, że trafne odczytanie jest następujące. Zasady regulujące sposób formułowania teorii naukowych pociągają za sobą swój aspekt konstytutywny. W ramach wypowiedzi Cassirera o OTW, sformułowanie tej teorii jako ogólnie współzmienniczej sprawia, że niezmienniczość pewnych relacyjnych wielkości czyni z nich obiektywny przedmiot poznania naukowego. „Logiczna konieczność” zasady sprawia, że niemożliwe staje się odmienne formułowanie obiektywnych treści poznawczych niż w kontekście teorii regulowanych daną zasadą. W tym sensie zasady również konstytuują możliwość takich treści:

Indented text block. Nie dysponując językiem i narzędziami matematycznymi dotyczącymi symetrii, które są od razu dostępne współcześnie, Cassirer skutecznie zdołał uchwycić, że rewolucyjny epistemologiczny aspekt OTW dotyczy ogólnej współzmienniczości, będącej ideą regulatywną obejmującą wszystkie fizycznie fundamentalne obiekty wchodzące w interakcje za sprawą praw dynamicznych, w których nie występuje odniesienie do czasoprzestrzeni jako tła. Koncepcja ogólnej współzmienniczości jako „idei rozumu”, ograniczającej fundamentalną teorię fizyczną, nie jest już konstytutywna *a priori* w sensie Kanta. To, że ideały *regulatywne* mogą odgrywać heurystyczną, ale wciąż konstytutywną rolę w poznaniu fizycznym, nie jest zatem kantowską ortodoksją (Ryckman 2005: 46, tł. D. Luty).

Konstytutywność zasad obejmuje zatem „obiekty”, których pojęcie nie jest fundamentalne poznawczo w kontekście poglądów Cassirera, ani nie tworzą one ostatecznych przedmiotów poznania. Wynika to jednak z kantowsko nieortodoksyjnej aprioryczności zasad wziętych w sensie regulatywnym, co jest rezultatem „uhistorycznienia” *a priori* w kontekście poznania naukowego. Dlatego Cassirer mógł twierdzić, że postulowane obiekty mogą okazać się empirycznie niewykrywalne oraz niepoprawnie określone. W tym kontekście French *explicitite* stwierdza, że „w ten sposób rozumiem obiekty postulowane przez realizm zorientowany na obiekty (...): jako niedostępne *via* nasze teorie oraz nie dające się określić, w sensie braku możliwości sformułowania dobrze określonych warunków tożsamości dla nich w kontekście tych teorii” (French 2014: 60, tł. D. Luty).

Jest jednak jasne, że jeżeli zgodzić się na obraz, w którym sens regulatywny zasad pociąga za sobą ich sens konstytutywny, to możliwość tego, że nie ma dobrze określonych warunków tożsamości dla obiektów zachodzi niejako automatycznie w ramach ujęcia

Cassirera, ze względu na formalny charakter zasad i pierwszeństwo sensu regulatywnego. Nie jest to jednak dostępne dla stanowisk nienależących do nurtu neokantyzmu, ponieważ, przykładowo w epistemologiach o orientacji realistycznej, trzeba by było niezależnie od „uhistorycznionego *a priori*” ująć treść zasad. Rozdzielenie Cassirerowskiego ujęcia praw i zasad od neokantowskiego tła znacząco utrudnia dostrzeżenie, skąd się biorą wnioski dotyczące pojęcia obiektu w tym kontekście. Zatem propozycja Frencha i Cei, aby traktować obiekty jako artefakty reprezentacyjne *ze względu* na Cassirerowskie analizy dotyczące pojęcia obiektu wydaje się wątpliwa.

Jako alternatywną strategię interpretowania obiektów jako artefaktów reprezentacyjnych wskazać można to, co French nazywa „manewrem Poincarégo”: „Chociaż możemy wprowadzić terminologię, czy lepiej – symbolikę, obiektów jako części naszej reprezentacji istotnej struktury, powinny być one traktowane zaledwie jako narzędzia służące nam do jej skonstruowania, wyrażenia czy stosownego reprezentowania. Niezależnie od tego, czy obiekty miałyby reprezentacyjne pierwszeństwo, nie powinno to nieść za sobą poglądu, że są one ontologicznie fundamentalne” (French 2014: 67, tł. D. Luty). Ponieważ uważam, że ignorowanie założeń związanych z (neo)kantyzmem w omawianych w tym podrozdziale stanowiskach jest błędne, manewr Poincarégo powinien być, w moim przekonaniu, interpretowany jako postulat *instrumentalistycznego* traktowania pewnych części zawartego w teoriach naukowych opisu świata fizycznego w kontekście ontologicznej interpretacji teorii. Jak tę strategię dokładnie umotywić i uzasadnić zgodnie z niekantowską filozofią nauki, i jaki powinien być zakres takiej strategii, do tych kwestii wracam w rozdziale drugim.

1.3. Weyl

Kolejnym z autorów, którego prace wskazuje się jako motywujące OSR w kontekście eliminacji indywidualnych obiektów z ontologii świata fizycznego, jest Weyl (French, Krause 2006: 131; Ladyman *et. al.* 2007: 132; French 2014: 100). Odnosząc się do jego prac, Ladyman (1998/2018: 217, tł. R. Rydz) stwierdza: „Obiekty wyróżnia się za pomocą indywidualujących niezmienników odnośnie do istotnych dla kontekstu przekształceń. Tym samym wedle tego poglądu, cząstki elementarne są tylko zbiorami wielkości, które są niezmiennicze względem grup symetrii fizyki cząstek elementarnych”. Przytacza on dalej (*ibid.*) w tym kontekście następującą opinię Howarda Steina (*ibid.*: 217–8): „Jeśli zbadać dokładnie, jak teoria kwantów ‘reprezentuje’ zjawiska [...] wtedy [...] interpretacja w kategoriach ‘przedmiotów’

i 'atrybutów' okazuje się wysoce wątpliwa. [...] Uważam, że aktualne problemy dotyczą relacji form [...] do zjawisk, a nie relacji (domniemanych) atrybutów do (domniemanych) przedmiotów [...]” (zob. Stein 1989: 59). Następnie Ladyman (1998/2018: 218) komentuje ten pogląd, stwierdzając, że „Stein sugeruje, że formy, o których tutaj mowa, dane są przez niezmienniczą strukturę teorii. To pojęcie struktury może dostarczyć nam pewnego sposobu rozwinięcia realizmu strukturalnego, chociaż jest to kwestia wymagająca dalszych badań”.

W pewnym stopniu podobnie zatem do wersji OSR Frencha, Ladyman wprowadza ontologiczne pojęcie struktury korzystając z symetrii w fundamentalnych teoriach fizycznych. Jednak, w moim przekonaniu, również w przypadku poglądów Weyla należy stwierdzić, że nie stanowią one trafnej filozoficzno-historycznej motywacji OSR. Weyl był przede wszystkim fizykiem i jego prace dotyczące symetrii w fizyce mogą wydawać się niezależne od poglądów filozoficznych. Będę jednak starał się w tym kontekście wskazać, że jego poglądy filozoficzne nie są całkowicie zaniedbywalne, w szczególności w kontekście odniesienia OSR do fizyki czasoprzestrzeni.

1.3.1. Tożsamość cząstek i pierwsza teoria Weyla

Istotna w kontekście traktowania Weyla jako jednego z prekursorów współczesnej myśli strukturalistycznej jest przeprowadzona przezeń analiza indywidualności i odróżnialności obiektów kwantowych przy pomocy własnej koncepcji agregatów (Weyl 1959). Jako punkt wyjścia można tutaj przyjąć następującą ilustrację poglądów Weyla:

(...) Możliwość, że jeden z dwóch identycznych bliźniaków, Mike i Ike, znajduje się w stanie kwantowym E_1 , a drugi znajduje się w stanie E_2 , nie uwzględnia dwóch rozróżnialnych przypadków, które są permutowane na permutacji Mike'a i Ike'a. Jest niemożliwe dla żadnego z nich, by zachować tożsamość w taki sposób, który pozwoli im zawsze powiedzieć „jestem Mike” albo „jestem Ike”. Nawet z zasady nie można domagać się alibi dla elektronu! W ten sposób Leibnizowska zasada *coincidentia indiscernibilium* zachowuje ważność w mechanice kwantowej (Weyl 1931a: 241, tł. D. Luty).

Koncepcja agregatu jest następująca:

Agregat S jest zbiorem elementów, w którym każdy element jest w określonym stanie. Stąd użycie terminu agregat w sensie „zbioru elementów z określoną relacją równoważności.” Załóżmy, że taki element może posiadać k różnych stanów C_1, \dots, C_n . Określony *stan indywidualny* agregatu S jest dany, gdy dla każdego z n znaczników p znane jest, do której z k klas należy element oznaczony p . Stąd istnieje k^n możliwych *stanów indywidualnych S*. Jednakże, jeśli nie zostaną wprowadzone

żadne sztuczne różnice między elementami przez ich znaczniki p i brane pod uwagę są tylko wewnętrzne różnice stanu, to agregat jest wyczerpująco scharakteryzowany poprzez przypisanie każdej klasie C_i , $i = (1, \dots, k)$, liczby n_i elementów S , które należą do C_i . Te liczby, których suma równa się n , opisują to, co możemy wygodnie nazwać *obserwowalnym* bądź *efektywnym* stanem układu S . Każdy stan indywidualny tego układu jest stowarzyszony z pewnym stanem efektywnym, a dowolne dwa indywidualne stany są stowarzyszone z tym samym stanem efektywnym wtedy i tylko wtedy, gdy jeden można przeprowadzić w drugi poprzez permutację znaczników. Tutaj zasada względności wyrażona jest w postulacie niezmienniczości względem grupy wszystkich permutacji (Weyl 1959: 239–240, tł. D. Luty).

Obiekty kwantowe można zatem scharakteryzować w taki sposób, że gdy potraktuje się te obiekty jako elementy agregatu S , to elementy te nie są odróżnialne jako konkretne indywidua, ale tylko ze względu na stany efektywne, do których należą. Weyl wskazywał, że możliwe jest jedynie odróżnianie od siebie odmiennych stanów np. elektronów, ale nie samych poszczególnych elektronów jako obiektów. Dookreślone to jest następująco: „uniwersalne wyrażenie takiej ‘równoważności rodzajowej’ przedstawia się poprzez binarną relację $a \sim b$ spełniającą aksjomaty równoważności: $a \sim a$; jeśli $a \sim b$, to $b \sim a$; jeśli $a \sim b$ oraz $b \sim c$, to $a \sim c$. Różne słowa są używane do wskazania na równoważność $a \sim b$ dwóch dowolnych elementów a, b ze względu na daną relację równoważności \sim : o a i b stwierdza się, że są tego samego *rodzaju* czy też mają tę samą *naturę*; bądź stwierdza się, że należą do tej samej *klasy*, czy też, że znajdują się w tym samym *stanie*” (*ibid.*: 239, tł. D. Luty).

W przypadku teorii kwantów podejście Weyla okazało się skuteczne – koncepcja agregatu odnosi się w jasny sposób do rozróżnienia na fermiony i bozony, o którym więcej piszę w podrozdziale 2.2.1. Jednakże podstawowe pomysły dotyczące wykorzystania symetrii na gruncie QM Weyl opracował pierwotnie w kontekście OTW. Zastosowanie symetrii w teorii kwantowej bywa nazywane „drugą teorią Weyla”, podczas gdy propozycja Weyla w odniesieniu do OTW – „pierwszą teorią Weyla” (Afriat 2013). Ladyman (1998/2018: 215) uznał, że podejście Weyla do OTW jest „zasadniczo teoriogrupowe”. Czy w związku z tym koncepcja Weyla daje wsparcie tezom OSR? Uważam, że to pytanie jest istotne z tego względu, że, jak sygnalizowałem, nie istnieje satysfakcjonujące ujęcie OTW z perspektywy OSR zaproponowane przez głównych zwolenników tego stanowiska.

Sposób ujęcia OTW przez Weyla wynikał z kilku motywacji, skupię się na dwóch. Pierwsza dotyczyła błędnego, zdaniem Weyla, pojmowania przez Einsteina pomiarów odległości między punktami czasoprzestrzennymi w kontekście czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej. Błąd ten miał wynikać z założenia Einsteina, iż pomiary interwału czasoprzestrzennego da się przeprowadzić przy pomocy prętów sztywnych i zegarów, co,

zdaniem Weyla, prowadziło do: a) *problemu materii*: wykorzystanie w teorii obiektów, prętów i zegarów, których teoria sama nie wyjaśnia, a które są obiektami złożonymi i w związku z tym dynamicznymi, zmiennymi ze względu na swoją budowę atomową⁸ (Weyl 1922: 199); b) *problemu porównywania długości* dla dowolnie odległych od siebie par punktów czasoprzestrzennych. Próby rozwiązania tych problemów prowadziły Weyla w stronę sformułowania w pełni lokalnej teorii czasoprzestrzeni, czyli takiej, w której jednostki pomiarów zależne są od punktów leżących bezpośrednio obok siebie, tj. infinitezymalnie blisko. Weyl sądził, że pierwsza wersja geometrii afinicznej (Levi-Civita 1916) w kontekście OTW pozwalała właśnie na porównywanie ze sobą długości, a tym samym definiowanie jednostek długości w sposób niezależny od sąsiedztwa punktów. W geometrii afinicznej Levi-Civity możemy mianowicie dokonywać takiego przesunięcia równoległego danego wektora, które zmienia jego kierunek, ale nie zmienia jego długości. W tym sensie długość wektora (w danej przestrzeni stycznej) jest niezależna od struktury afinicznej. Weyl sądził, że jest to wada nie tylko geometrii afinicznej Levi-Civity, ale nawet geometrii absolutnej Riemanna! (Weyl 1922: 97).

Pragnąc rozwiązać zarówno pierwszy jak i drugi problem, Weyl zmodyfikował geometrię afiniczną Levi-Civity w taki sposób, by porównywanie długości mogło odbywać się wyłącznie dla punktów dających się połączyć przesunięciami równoległymi. Do konstrukcji „czystej geometrii infinitezymalnej”, będącej rezultatem wspomnianej modyfikacji, Weyl wprowadził określoną symetrię cechowania, proponując nowe ujęcie metryki czasoprzestrzennej: metrykę z cechowaniem⁹. Symetrie cechowania (zob. O’Raifeartaigh 1986) charakteryzują się tym, że:

rozpatrywany układ fizyczny jest opisywany przy pomocy większej liczby zmiennych niż istnieje fizycznie niezależnych stopni swobody. Fizycznie znaczące stopnie swobody ukazują się jako niezmiennicze pod przekształceniami łączącymi zmienne (transformacje cechowania). Stąd, wprowadza się dodatkowe zmienne celem uczynienia opisu bardziej przejrzystym oraz, tym samym, wprowadza się symetrię cechowania pozwalającą wydobyć fizycznie istotną treść (Henneaux, Teitelboim 1992: *Przedmowa*, tł. D. Luty).

⁸ Jest to problem, z którego Einstein zdawał sobie sprawę (zob. Giovanelli 2014) i który rozpoznawał, domagając się dynamicznego wyjaśnienia prętów i zegarów, twierdząc nawet, że mimo efektywności korzystania z niezależnych eksplanacyjnie od obu teorii względności ciał „wymienionego grzechu nie można jednak uprawomocnić” (Einstein 2001: 30).

⁹ Jednakże, jak zauważał Weyl, dodana symetria cechowania jest w pewnym sensie niezależna od struktury afinicznej (Weyl 1922: 139).

Symetria cechowania, o którą chodzi w kontekście pierwszej teorii Weyla, jest jednakże tylko symetrią skali¹⁰ (Anderson, Barbour, Foster, Murchadha 2003). Podejście Weyla można podsumować następująco (zob. Scholz 2016: 266). Metryki z cechowaniem charakteryzuje się jako klasy równoważności $\{g, \varphi\}$, gdzie dla pseudoriemannowskich metryk g_{ab} i form różniczkowych φ_{ab} relacja równoważności zdefiniowana jest poprzez symetrię wyrażoną w transformacjach konforemnych¹¹:

$$g_{ab}(x) \rightarrow g'_{ab}(x) = \lambda g_{ab}(x), \quad (1)$$

oraz

$$\varphi \rightarrow \varphi' = \varphi - \frac{d\lambda}{\lambda}, \quad (2)$$

gdzie λ jest konforemny czynnikiem skali (zob. Ryckman 2005: 83). Przy założeniu tej transformacji porównywanie długości może mieć lokalny charakter, jeżeli konforemnie symetryczne będą również formy różniczkowe, zinterpretowane jako sposób infinityzmalnego wyznaczania długości. Dokładniej to ujmując, pewien przemieszczony równolegle po danej ścieżce wektor o określonej długości będzie zmieniać swoją długość o określoną wartość, która jest *konforemnie niezmiennicza* (*ibid.*). Weylowi udało się wskazać dokładnie jedną postać przemieszczenia równoległego dla zaproponowanej przez siebie metryki z cechowaniem, a następnie powiązał tę strukturę afiniczną ze strukturą stożkową stwierdzając, że metodą określania długości interwałów może być ta, w której korzysta się wyłącznie z sygnałów świetlnych, a nie ze sztywnych prętów i zegarów (zob. Ehlers 1973: 24–29; Ryckman 2005: 82).

Pierwsza teoria Weyla okazała się prowadzić do błędnej konsekwencji empirycznej, którą pierwszy wskazał Einstein (Ryckman 2005: 80). Metoda infinityzmalnego wyznaczania długości generowała tzw. „problem historii” – jeżeli bowiem długość zależy od struktury afinicznej, a ta ma być określana przy pomocy sygnałów świetlnych, to w takim razie linie spektralne obserwowanych pierwiastków chemicznych powinny okazywać się zmienne, zależnie od trajektorii układu. Nic takiego jednak obserwowane nie jest – linie spektralne pierwiastków są stałe (*ibid.*: 35). W społeczności fizyków zapanowała zgoda co do słuszności

¹⁰ Należy podkreślić, że współcześnie niezmienniczość konforemna jest pewnym uogólnieniem niezmienniczości skali i niekoniecznie jedno jest równoważne drugiemu (zob. Nakayama 2015).

¹¹ Poza kontekstem skonstruowania metryki z cechowaniem, określana tu równoważność powiązana jest z tym, co współcześnie nazywane jest tensorem Weyla, który uzyskiwany jest z tensora krzywizny. Mówimy współcześnie, że metryka riemannowska jest konforemnie płaska wtedy i tylko wtedy, gdy tensor Weyla zanika.

opinii Einsteina, szczególnie po podobnej krytyce przeprowadzonej przez Wolfganga Pauliego (1958: 202).

1.3.2. Motywacja fenomenologiczna

Drugi motyw prac Weyla w omawianym kontekście miał charakter *stricte* filozoficzny, wyłożony przez Weyla (1918a: 1–10) we wstępie do pracy *Raum, Zeit, Materie*. Weyl inspirowany się fenomenologią Edmunda Husserla, stwierdził: „Zależy nam tylko na tym, by jasno dostrzec, że dane świadomości są punktem wyjścia, w którym musimy się usytuować, jeżeli chcemy zarówno zrozumieć absolutne znaczenie założenia o rzeczywistości, jak i mieć prawo do jego formułowania” (Weyl 1922: 4, tł. D. Luty; zob. Ryckman 2005: 118). Weyl wskazywał na samą aktywność podmiotu percypującego świat jako jego część (Weyl 1922: 6). Z tą aktywnością wiązał on też założenie, że strukturą świata percypowanego przez podmiot jest geometria euklidesowa, za czym idzie, że strukturą czasu jest jednowymiarowe kontinuum (*ibid.*). Realizacja jakiegokolwiek pomiaru w świecie fizycznym wychodzi jego zdaniem od tych właśnie struktur. W kontekście fizyki relatywistycznej pisał on o pomiarze następująco:

Istotnym aspektem pomiaru jest różnica między „określeniem” obiektu poprzez jednostkową specyfikację a określeniem tego samego obiektu przy pomocy konceptualnych środków. To drugie jest możliwe tylko względem obiektów, które muszą zostać zdefiniowane bezpośrednio. Dlatego teoria względności jest siłą rzeczy uwikłana w pomiar (*ibid.*: 8, tł. D. Luty).

Dla tak postawionego zagadnienia pomiaru, przy założeniu, że pierwotnie dokonywany jest on w ramach klasycznej struktury czasu i przestrzeni, fizyka relatywistyczna prowadzi do problemu – w jaki sposób uzgodnić czasoprzestrzeń relatywistyczną z przedrelatywistycznymi strukturami geometrycznymi, mającymi być zarazem strukturami przestrzeni percepcyjnej podmiotu? Odpowiedź na to pytanie związane jest z dokładniejszym określeniem, dlaczego w ogóle te ostatnie są istotnie punktami wyjścia w kontekście postawionego przezeń zagadnienia pomiaru:

Poza przestrzenią fizyczną można również przyjąć istnienie *przestrzeni intuicyjnej* i utrzymywać, że jej metryczna struktura z konieczności spełnia geometrię Euklidesową. Ten pogląd nie kłóci się z fizyką o ile trzyma się ona euklidesowych własności nieskończenie małych sąsiedztw punktu 0 (w którym „ja” akurat się znajduje). Bowiem kąty tworzone przez przestrzenne kierunki promieni świetlnych pochodzących od różnych gwiazd i docierających do oka rzeczywiście podpadają pod prawa sferyczne trygonometrii w przestrzeni Euklidesowej. Musi być wtedy jednak przyznane, że

relacja przestrzeni intuicyjnej do przestrzeni fizycznej staje się tym bardziej rozmyta im dalej odchodzi się do ego-centrum (Weyl 1959: 135, tł. D. Luty).

O ile wydaje się, że „przestrzeń intuicyjna” nie może mieć innych struktur niż euklidesowe, o tyle struktury odmienne są w przekonaniu Weyla apriorycznie możliwe (DiSalle 2006: 142). Stąd „przemodelowanie istniejącej fundamentalnej teorii fizycznej przy pomocy środków zawartych w istniejących *a priori* ejdetycznych możliwościach geometrii świata polega na przedstawieniu opisu aktualnego świata na tle idealnych, geometrycznych możliwości” (Ryckman 2005: 88, tł. D. Luty). W kontekście takiego filozoficznego umotywowania pierwszej teorii Weyla należałoby zatem stwierdzić, że odpowiedzią na wyżej postawiony problem była jego w pełni lokalna „*reine Infinitesimalgeometrie*”, prowadząca do koncepcji metryki z cechowaniem, zbudowanej na gruncie omówionych wcześniej struktury afinicznej (przesunięcia równoległego) i struktury symetrii skali.

Ladyman miał rację stwierdzając, że podejście Weyla do OTW jest zasadniczo teoriogrupowe. Czy jednak da się bronić strukturalizmu w odniesieniu do OTW na podstawie zorientowanych na określone symetrie rozstrzygnięć Weyla? Uważam, że nie. Niezależnie od oceny motywacji filozoficznej Weyla i zasadności jego poglądów, niewątpliwie jest tak, że w jego przypadku właśnie wyjściowa motywacja filozoficzna dostarczała uzasadnienia, dlaczego dla OTW należy skonstruować określone struktury oparte na cechowaniu i dlaczego należy je wyróżnić (zob. Scholz 2016: 16). Zwolennik OSR natomiast nie dysponuje tego typu środkami, aby uzasadnić, dlaczego właśnie *tę a nie inną* strukturę należy postulować jako strukturę rzeczywistego świata. Można wobec tego postanowić następujący zarzut wobec prób wsparcia OSR na dorobku intelektualnym Weyla: bez założenia sposobu, w jaki można wybrać dane sformułowanie teorii bądź dany sposób określenia wielkości niezmienniczej w konkretnym kontekście, zwolennik OSR odnoszący się do Weyla tak naprawdę wydaje się arbitralnie wybierać określoną strukturę teoretyczną.

Na podstawie przeprowadzonych przeze mnie rekonstrukcji koncepcji Weyla oraz krytycznego rozpatrzenia ich w kontekście OSR, uważam, że przynajmniej pierwsza teoria Weyla jest istotnie niezgodna ze współczesnym realizmem strukturalnym (por. Ryckman 2005: 242). Podobnie jak w przypadku filozofii Poincarégo i Cassirera, nie można, w moim przekonaniu, twierdzić, że poglądy Weyla współtworzą tradycję strukturalistyczną, do której należy również współczesny OSR. Ponownie zatem pojawia się wniosek, że obrona aktualnych wersji OSR nie powinna bazować na poglądach o *zasadniczo* odmiennej orientacji filozoficznej, takiej jak neokantowska czy fenomenologiczna.

1.4. Eddington

Drugim, obok Weyla, filozofującym fizykiem, którego wskazuje się jako postać ważną dla OSR, jest Eddington. Jego stanowisko nie łączy się jednak bezpośrednio z naszkicowaną do tej pory przeze mnie wersją OSR, lecz wskazywane jest raczej jako bardziej kompatybilne z osłabioną wersją OSR, gdzie nie eliminuje się obiektów z ontologii fundamentalnych teorii fizycznych, ale twierdzi się, że są one ontologiczne równorzędne bądź zależne od struktury, w której są osadzone (French 2014: 82). I w tym przypadku twierdę, że zgodność stanowiska Eddingtona z odnośną wersją OSR jest powierzchowna, zaś zachodzące między tymi podejściami zasadnicze różnice co do celów i założeń wstępnych uniemożliwiają umieszczenie poglądów Eddingtona w ramach tej samej tradycji strukturalistycznej co OSR. Ponownie wskazuje to, że wymieniana przez Frencha motywacja historyczna nie powinna odgrywać znaczącej roli w uzasadnianiu, pozytywnej waloryzacji czy bronieniu przed zarzutami współczesnych wersji OSR.

1.4.1. Strukturalizm, selektywny subiektywizm, budowanie świata

U Eddingtona można znaleźć dwie wersje stanowiska strukturalistycznego – jedną dla OTW i jedną dla mechaniki kwantowej z wykorzystaniem podejścia teoriogrupowego. Trzeba wszakże zaznaczyć, że dla Eddingtona ta druga wersja była w zasadzie kontynuacją pierwszej – w obu przypadkach centralną rolę reprezentacyjną przypisywał rachunkowi tensorowemu (Eddington 1939: 86–87). Filozoficzne poglądy Eddingtona interpretowano na różne sposoby. Traktowano go jako idealistę (Lovejoy 1930: 265–266), zwolennika monizmu neutralnego (Gherab-Martin 2013: 511), częściowego operacjonalistę (Witczak 1999: 39) i wreszcie jako twórcę koncepcji kompatybilnej do pewnego stopnia ze współczesną, słabą wersją OSR (French 2003: 257–258).

Sam Eddington pragnął wywieść znaną mu fizykę fundamentalną, jak to określał, wyłącznie z „zasad epistemologicznych” (Eddington 1939: 57) i swoje rozważania zestawiał z poglądami Kanta (*ibid.*: 188). Dla OSR istotne jest przede wszystkim to, w jaki sposób Eddington charakteryzował związek między strukturą (świata) a indywiduami (French 2014: 81). O swojej koncepcji pisał w ten sposób:

Zarówno rozwój naukowy w minionej dekadzie, jak i lata namysłu nie doprowadziły do zmian w zasadniczych kierunkach mojej filozofii. Mówię o „mojej filozofii” nie dlatego, by przywłaszczyć

sobie autorstwo pomysłów, które są rozproszone w powszechnej myśli, ale dlatego, że określony wybór i synteza muszą być osobistą odpowiedzialnością. Gdyby trzeba było krótko nazwać tę filozofię, wahałbym się między „subiektywizmem selektywnym” a „strukturalizmem”. (...) Dziedzina subiektywności została rozszerzona w konsekwencji naszego lepszego zrozumienia mechaniki kwantowej; natomiast koncepcja struktury stała się bardziej precyzyjna dzięki rozpoznaniu połączeniu między podstawami fizyki a matematyczną teorią grup. (Eddington 1939: VIII – IX, tł. D. Luty).

„Subiektywizm selektywny” i „strukturalizm” występują tutaj jako potencjalnie zamienne nazwy koncepcji Eddingtona, jednakże stanowią one *dwa aspekty* całościowo wziętego stanowiska Eddingtona – zarówno w odniesieniu do OTW, jak i do QM. Można zatem zaryzykować stwierdzenie, że stanowisko Eddingtona (wzięte całościowo) składa się z dwóch tez: selektywnego subiektywizmu i tezy o strukturze. W jaki sposób można wyrazić te tezy i ich związek na gruncie OTW i jak określić ich stosunek do OSR?

Tezę *subiektywizmu selektywnego* Eddington określił następująco:

„Selektywność” należy rozumieć szeroko. Nie chcę twierdzić, że wpływ procedury obserwacji na uzyskiwaną wiedzę sprowadza się do prostej selekcji, jak przepuszczanie przez jakąś siatkę. Ten termin jednak pozwoli nam pamiętać, że subiektywność i obiektywność mogą być połączone w inny sposób niż zaledwie przez zestawienie ich ze sobą (...) Selekcja wiąże się z istnieniem czegoś, na czym ona działa. Wydaje się dopuszczalne, by stwierdzić, że materiał na którym dokonuje się selekcji ma obiektywny charakter. (...) Na tyle, na ile ja to widzę, selekcja, czy operacje matematyczne podobne do niej, pokrywa zasięg pewnych możliwości. Oznacza to, że subiektywność zawarta jest w operacjach typu selekcyjnego (Eddington 1939: 26–27, tł. D. Luty).

Eddington proponował takie epistemologiczne podstawy swojej koncepcji, które mają ukazywać hybrydowy charakter wiedzy fizycznej – nie jest ona ani w pełni „subiektywna”, ani w pełni „obiektywna” (*ibid.*: 27). Dlatego np. Herbert Feigl (1975: 25) uważał, że głównym celem Eddingtona było rozmontowanie dualizmu psychofizycznego w kontekście źródeł poznania naukowego. Eddington pisał bowiem *explicite*, że „rozpoznanie, iż wiedza fizyczna jest wiedzą strukturalną, obala wszelki dualizm świadomości i materii” (Eddington 1939: 150, tł. D. Luty). Pojęcie „selekcji” należałoby rozumieć w tym kontekście jako konstytuowanie aktualnego świata fizycznego poprzez dokonanie wyboru z przestrzeni różnych możliwych opisów świata fizycznego (Ryckman 2005: 196). To, co steruje tym wyborem u Eddingtona jest kluczowe do przyznania pojęciu „struktury” poznawczo wyróżnionego statusu.

Na „konstytuowanie aktualnego świata” Eddington miał określony termin: „budowanie świata” (*world-building*) (Eddington 1929: 230). To w tym kontekście padały takie stwierdzenia Eddingtona jak „budulec świata to budulec umysłowy” (*the stuff of the world is*

mind-stuff) (*ibid.*: 276), które spowodowały, że zarzucano mu skrajny idealizm. Przytoczone fragmenty z pism Eddingtona jednoznacznie pokazują jednak, że jego propozycji raczej nie można czytać w tak radykalny sposób. Kiedy zatem Eddington stwierdzał, że „świat fizyczny” zbudowany jest z *mind-stuff*, to można interpretować to po prostu jako głoszenie poglądu, że *całościowy* obraz świata fizycznego jest konstruowany przez umysł – świat jako całość nie jest bowiem dostępny w bezpośrednim doświadczeniu; takie doświadczenie nie jest również kompatybilne z wieloma twierdzeniami fizyki fundamentalnej. Nie znaczy to jednak, że proces budowania świata jest niezwiązany z uzyskiwaniem danych empirycznych w sposób zgodny z praktyką badawczą nauk szczegółowych. Eddington stwierdził, że „odnoszenie sukcesu w Budowaniu Świata polega na doniosłości kontrastu między określonymi własnościami pełnej struktury a niedookreśloną naturą podstawowego materiału” (*ibid.*: 230, tł. D. Luty). W tym kontekście założył on, co następuje: „Jako materiał przyjmujemy relacje i ich elementy. Relacje łączą elementy; elementy są miejscami przecinania się relacji. Jedno jest nie do pomyślenia bez drugiego” (*ibid.*: 231, tł. D. Luty). Elementy struktury, a dokładniej ich natura i indywidualny charakter, są zaniedbywalne. Stąd *teza o strukturze* jest następująca:

Fundamentalna podstawa wszystkich rzeczy musi, jak się zdaje, mieć strukturę i substancję. Nie możemy opisać substancji; możemy ją tylko nazwać. Każda próba zrobienia czegoś więcej natychmiast prowadzi do przypisania struktury. Lecz struktura może być opisana do pewnego stopnia; i gdy sprowadzić ją do ostatecznych składowych, to okazuje się, że jest ona złożeniem relacji (*ibid.*: 224, tł. D. Luty).

Istotne jest to, w jaki sposób ta teza została przez Eddingtona uszczegółowiona. Na gruncie późniejszej wersji koncepcji dotyczącej QM, strukturą, o którą chodzi Eddingtonowi jest struktura przekształceń teoriogrupowych. W kontekście wersji wcześniejszej, ograniczonej wyłącznie do OTW, należy z kolei wskazać właściwie dwie struktury kluczowe w kontekście budowania świata – niemetryczną i metryczną. Przez „strukturę niemetryczną” Eddington rozumiał w sposób szeroki struktury nie mające fizycznego charakteru – wymieniał tutaj wiedzę o strukturach biologicznych czy nawet teologię (*ibid.*: 322). Na gruncie OTW natomiast, w kontekście odnoszenia się do punktów z nieokreślonymi własnościami metrycznymi, Eddington pisał: „By rozróżnić jedne elementy od drugich przypisujemy im monoznaczniki (*monomarks*). Monoznaczniki składają się z czterech liczb, które należy nazywać ‘współrzędnymi’. Lecz współrzędne sugerują, że dana jest już przestrzeń oraz geometria, a czegoś takiego nie ma jeszcze w naszym szkicu. Stąd póki co będziemy traktować cztery liczby jako nic ponad same arbitralne monoznaczniki” (*ibid.*: 231, tł. D. Luty). Koncepcja monoznaczników oczywiście również podpada pod struktury niemetryczne, ponieważ, jak

Eddington zaznaczył, korzystając z nich nie możemy zdefiniować czasoprzestrzennych wielkości fizycznych.

Filozoficzna motywacja przejścia do struktury metrycznej opisana była przez Eddingtona z perspektywy zagadnienia sposobu sterowania selekcją o której mowa w tezie subiektywizmu selektywnego. Wyraził on tę kwestię następująco:

Umysł, przeglądając świat zdarzeń punktowych, szuka tego, co trwałe. Prostsze relacje, jak interwały czy potencjały, są przechodnie i nie są tym, z czego umysł może zbudować środowisko tylko dla siebie. Lecz rzecz, która była utożsamiana z materią jest trwała i ze względu na tę trwałość właśnie musi być tak, że dla umysłu to właśnie jest substancja świata. W praktyce żaden inny wybór nie był możliwy (Eddington 1953: 196, tł. D. Luty).

W tym kontekście Eddington dalej stwierdzał:

Cała nasza teoria tak naprawdę była próbą ustalenia ogólnego sposobu, w jaki trwałą substancję można zbudować z relacji. To umysł, który nalegając na wyróżnienie jedynie tych rzeczy, które są trwałe, narzuca prawa na obojętny świat. Przyroda ma niewiele z tym wspólnego – ona jedynie dostarczyła podstawy: zdarzeń punktowych (*ibid.*: 197, tł. D. Luty).

Budowanie świata zatem odbywa się poprzez selekcjonowanie przez umysł takich fizycznych własności, które są istotne w aspekcie trwałości w świecie. Dla Eddingtona wybór ten jest właściwie konieczny i stąd można stwierdzić, że redukcja przestrzeni możliwości w odniesieniu do różnorodnych sposobów budowania świata następuje jego zdaniem jako konsekwencja poszukiwania fizycznej trwałości czy stabilności (przy odrzuceniu mocnego, ontologicznego założenia o substancjalności materii i przy założeniu jej strukturalnych podstaw na gruncie OTW). Należy zatem stwierdzić, iż zasady zachowania (masy, energii, pędu, itp.) są z tego właśnie względu wyróżnione w fizyce (Eddington 1929: 241). Eddington zakładając fundamentalność OTW i strukturalny charakter jej podstaw doszedł więc do stanowiska, że trwałość można rozumieć nie substancjalnie (w sensie klasycznym – poprzez założenie materii-tworzywa jako nośnika trwałości w świecie), ale strukturalnie, tj. wychodząc od zdarzeń i interwałów, oraz korzystając ze środków formalnych związanych z formułowaniem OTW, czyli z rachunku tensorowego.

Sposób konstrukcji OTW, który proponował Eddington, nazwany został przez niego „podejściem dedukcyjnym” (1930: 41). Jako pierwszy aksjomat wysunął tzw. „hipotezę fundamentalną”, zgodnie z którą „wszystko związane z lokalizacją, co wchodzi do wiedzy obserwacyjnej – wszystko, co możemy wiedzieć o konfiguracji zdarzeń – jest zawarte w relacji między parami zdarzeń. Relacja ta nazywa jest interwałem i jego miara oznaczana jest przez ds ” (*ibid.*: 10, tł. D. Luty). Przechodzenie do kolejnych kroków nie jest realizowane przy

pomocy określonych reguł inferencyjnych¹², ale poprzez operacje matematyczne, służące uzyskaniu pożądanej klasy obiektów matematycznych, tj. tensorów o określonych własnościach. Wybór określonych własności oraz hipoteza fundamentalna Eddingtona nie mają charakteru empirycznego – w sensie obserwacyjnego pozyskania danych, które mogłoby tę hipotezę uzasadnić (zob. Eddington 1923: 2). Można zatem stwierdzić, że hipoteza fundamentalna wyraża tezę o strukturze łącznie z tezą subiektywizmu selektywnego.

1.4.2. Trudności stanowiska Eddingtona

Zwolennicy OSR dostrzegają, że poglądów Eddingtona nie da się nieproblematicznie połączyć konceptualnie z ich propozycjami. French sugeruje jednakże, że o ile Eddington nie był realista, to jego teza o strukturze wyraża tę samą myśl, która pojawia się w umiarkowanych wersjach OSR. Taka próba uzgodnienia podejścia Eddingtona z OSR jest wszakże, jak sądzę, uwikłana w kilka poważnych problemów. Po pierwsze, błędne jest traktowanie Eddingtonowskiej tezy o strukturze w izolacji – łączy się ona bowiem bezpośrednio z jego dedukcyjną prezentacją OTW oraz, jak zasygnalizowałem, z tezą subiektywizmu selektywnego. Gherab-Martin (2013: 501), traktując poważnie wypowiedzi Eddingtona o przewyciężeniu dualizmu psychofizycznego, zaproponował nawet, jak wspominałem, interpretowanie stanowiska Eddingtona jako formy monizmu neutralnego. Monizm ten można charakteryzować w tym kontekście jako negację ostrego podziału między dualizmem a monizmem przez przyjęcie poglądu, że tworzącym świat fizycznym „elementem neutralnym” jest odpowiednia struktura (Stubenberg 2016). Przy niestandardowym odczytaniu takiej wersji monizmu, strukturalizm Eddingtona byłby zatem pewną syntezą dwóch zasadniczych poglądów na relację umysł – świat zewnętrzny. Jest jednak jasne, że w przypadku takiej interpretacji teza subiektywizmu selektywnego z całym jej uwikłaniem w ustalenia dotyczące ontologii percypującego podmiotu nie daje się już zignorować.

Po drugie, nieadekwatne wydaje się zestawienie poglądów Eddingtona z OSR, ponieważ zachodzi tutaj wyraźne zróżnicowanie celów. Eddington twierdził, że OTW jest, w świetle hipotezy fundamentalnej, teorią strukturalistyczną, i w związku z tym podjął się

¹² Jest to oczywiście odmienne od logicznej rekonstrukcji teorii empirycznej jako systemu dedukcyjnego, tj. jako zbioru zamkniętego ze względu na operację konsekwencji logicznej, gdzie konsekwencje interpretuje się jako zdania empiryczne. W podejściu dedukcyjnym Eddingtona nie chodzi o aksjomatyzowalność teorii, czyli o określoną analizę i rekonstrukcję teorii, lecz o samo skonstruowanie teorii.

próby przedstawienia, w jaki sposób należy wyprowadzić konsekwencje z takiego twierdzenia. Natomiast we współczesnych strukturalizmach ontologicznych stawia się raczej tezy w oparciu o już zestandaryzowane, kanoniczne postaci tejże teorii. Ta różnica nie powinna dziwić – Eddington swoje prace tworzył w czasie, kiedy OTW była teorią nową i nie panował w społeczności naukowców konsensus w kwestii jej statusu. Eddingtonowska wykładnia strukturalistyczna OTW związana była z pierwszymi próbami ustalenia, jaką poprawną postacią ta teoria powinna mieć oraz jakie właściwie płyną z niej konsekwencje dla naukowego obrazu świata (zob. Ryckman 2005: 196). Ten cel sięgał jednak znacznie dalej, bowiem dla Eddingtona obraz świata, wynikający z wymienionych, podstawowych tez, dotyczyć miał sformułowania *całej* fizyki fundamentalnej przy pomocy rachunku tensorowego. Stanowi to poważną trudność w odniesieniu do fizyki kwantowej i istotnie traktowane jest jako jego błąd (Kilmister 1994: 65). Eddington zmierzał wprost do sformułowania teorii unifikacyjnej (Eddington 1921: 105). Zadanie polegało na tym, aby: a) pokazać, w jaki sposób uzyskać pożądaną tensorową postać mechaniki kwantowej z równaniami Diraca, tj. wskazać taką algebrę, z której da się otrzymać odpowiednie symetryczne tensory; b) pokazać, w jaki sposób równania Diraca mogą być niezmiennicze nie tylko pod transformacjami Lorentza, ale także aby były ogólnie współzmiennicze w sensie OTW.

Projekt Eddingtona, jak wiadomo, nie powiódł się. Pomijając jego nieefektywność na gruncie praktyki badawczej w fizyce, przykładowym filozoficznym zarzutem było to, że dobór liczby parametrów w E -algebrze¹³, mającej umożliwić odtworzenie pożądanego postaci tensorów (Eddington 1934: 267–271) został przez Eddingtona pomyślany tak, aby jedynie ta algebra odpowiadała obserwacjom fizycznym (Braithwaite 1940: 464). Był to wybór arbitralny i umotywowany, jak się wydaje, osobliwą „numerologią” (dotyczącą rzekomo wyróżnionego statusu liczby 4 w opisie przyrody, zob. Yolton 1960: 95; Kilmister 1994: 116). Na przykładzie projektu unifikacji grawitacyjno-kwantowej można sugerować, że tezy Eddingtona odnosiły się do całości rzeczywistości dającej się opisać w fundamentalnych teoriach fizycznych. Jest to problematyczne z perspektywy dowolnego współczesnego stanowiska z zakresu filozoficznej refleksji nad fizyką – nie wydaje się bowiem, że da się uzasadnić, w sposób, w jaki zaproponował to Eddington, że konkretna teoria może służyć jako absolutny wzorzec formułowania wszystkich innych teorii.

¹³ Termin „ E -algebra” pochodzi od Braithwaite’a (1940: 461), sam Eddington pisał o „ E -liczbach” i „ E -operacjach”.

Tak jak w przypadku Weyla, kluczowe *różnice*, gdy idzie o zestawienie strukturalizmu Eddingtona z OSR, leżą w swoistym sposobie wykorzystania i interpretacji odnośnego aparatu formalnego, pojawiające się podczas uszczegółowienia i rekonstrukcji celów, do jakich miał tenże aparat służyć¹⁴. W przypadku Eddingtona, specyficzne cele i wiele założeń odmiennych od tych, które przyjmują współcześni strukturaliści, sprawiają, że ostatecznie jego strukturalizm był stanowiskiem swoistym (zob. Ryckman 2005: 242) czy idiosynkratycznym. Stąd płynie wniosek, że sytuowanie filozofii Eddingtona w ramach tej samej tradycji strukturalistycznej co współczesny OSR jest bardzo wątpliwe.

Wobec OSR Frencha sformułowano zarzut, że jeżeli w ramach tego stanowiska podjęto próbę wyrażenia koncepcji przyczynowości, to niezbędne byłoby odniesienie do czasu i przestrzeni (czy czasoprzestrzeni). Własność „znajdowania się w czasie i przestrzeni” nie jest, jak się głosi w omawianym zarzucie, własnością czysto strukturalną (Psillos 2006: 568). French odczytuje zarzut Psillosa jako żądanie strukturalistycznej ontologii czasoprzestrzeni i stwierdza: „Jeżeli ktoś odczuwa potrzebę bycia w pełni spójnym strukturalistą, który odnosi się nie tylko do fizycznych obiektów, ale również do czasoprzestrzeni, wtedy można zwrócić się ku wcześniejszym strukturalistom, takim jak Cassirer i Eddington, którzy rozumieli ogólną teorię względności właśnie w strukturalistyczny sposób” (French 2014: 214, tł. D. Luty). W świetle przedstawionych przeze mnie analiz i rekonstrukcji, odpowiedzi tego typu, w których French wprost powołuje się na propozycje teoretyczne Eddingtona (i Cassirera), wydają się kłopotliwe. Dlatego motywację historyczną OSR należy ocenić jako niesatysfakcjonującą, zaś obrona tego stanowiska musi opierać się na odmiennych argumentach niż te bazujące na wcześniejszych historycznie koncepcjach wybranych myślicieli. Istotnie, zarzut Psillosa wskazuje właśnie na pewną niekompletność OSR ze względu na brak satysfakcjonującej interpretacji fizyki czasoprzestrzeni. W podrozdziale 7.1.1 przedstawię inny sposób ujęcia ontologii czasoprzestrzeni z perspektywy OSR Frencha, gdzie nie występuje już odniesienie do filozoficznych tradycji i sposobów myślenia, w obrębie których poruszali się Cassirer i Eddington. Okaze się jednak, że ta propozycja również jest niewystarczająca i problematyczna.

¹⁴ Również w przypadku Eddingtona można odnotować swoiste rozwiązanie problemu wyboru określonych struktur – u Eddingtona za wyborem z przestrzeni możliwości stoi ludzki umysł poszukujący trwałości w świecie fizycznym. Jak w kontekście poglądów Weyla, zwolennicy OSR nie dysponują podobnymi środkami uzasadniania wyboru określonych struktur teoretycznych.

1.5. Epistemiczny realizm strukturalny

Druga główna motywacja stojąca za OSR dotyczy akceptacji zasadniczej intuicji zawartej w ESR, zgodnie z którą powinniśmy zwrócić się ku struktutom związanym z teoriami naukowymi, nie zaś postulowanym przez nie obiektom. Zgodnie z tą intuicją, teorie są skuteczne w formułowaniu przewidywań oraz zachodzi stabilny i ciągły rozwój teoretyczny wraz z dokonywaniem kolejnych odkryć, ponieważ teorie naukowe „odzwierciedlają” świat zewnętrzny w swoich treściach strukturalnych. Zarazem, ze względu na poważne trudności ESR, które omówię w niniejszym podrozdziale, postuluje się w ramach OSR eliminację obiektów z założeń ontologicznych dotyczących świata fizycznego oraz aby pojmowaną strukturalnie teoretyczną ciągłość w nauce wyrazić przy pomocy teorii grup oraz zasad niezmienniczości.

Wskazuje się (Psillos 2009: 125; Votsis 2005: 1363) dwa typy ESR: typ I to ESR „oddolny” (*the upward path*), typ II to ESR „odgórny” (*the downward path*). Typ I związany jest z przyczynową teorią percepcji Bertranda Russella, gdzie rezultatami poznania są „percepty”, mające charakter wiedzy bezpośredniej (Russell 2007: 207). Typ II ESR związany jest z koncepcją inspirującego się pracami Poincarégo Johna Worralla (1989/2018), a głównym tematem jest w nim ciągłość i rozwój nauki na poziomie teoretycznym ze względu na zawartość strukturalną teorii oraz zbliżanie się do prawdy kolejnych dojrzałych teorii naukowych (Votsis 2005: 1363). Zwięźle porównując omawiane wersje ESR należy stwierdzić, że typ I ESR zawiera rekonstrukcję relacji percypującego podmiotu do świata, stąd kryteria oceny tego stanowiska nie muszą być związane z faktyczną praktyką badawczą w nauce. Natomiast w typie II ESR istotna jest faktyczna historia nauki (*ibid.*). W swoich rozważaniach skupiam się na typie II ESR, jednakże uważam, że krótkie omówienie typu I pozwala na uniknięcie pewnych nieporozumień dotyczących pojęcia struktury.

W kontekście ESR typu I nie stwierdza się niczego na temat tego, jakie są indywidua i ich własności, tj. zakłada się agnostycyzm poznawczy względem niezależnych od podmiotu poznającego cech przedmiotów i ich „istot”. W teorii Russella treści poznawcze mają charakter subiektywny, nazywa on je „perceptami”. Nie jest jednak tak, że są one rezultatami działania tylko i wyłącznie umysłu. Russell przyjmuje, że percepty są skutkami procesów przyczynowych, których początek tkwi w świecie zewnętrznym, stąd można na ich podstawie wnioskować o tym, jaki świat zewnętrzny jest. To wiąże się z ograniczeniami nałożonymi przez Russella na takie poznanie. Twierdzi on mianowicie, że struktura ludzkich perceptów

odwzorowuje strukturę świata. Spośród wielu sformułowanych przez Russella zasad rządzących takim poznaniem, szczególnie dwie wydają się, jak wskazują komentatorzy, kluczowe. Pierwsza zasada, nazwana przez Psillosa (2009: 126) zasadą Helmholtza-Weyla, głosi, że odmienne efekty (w postaci perceptów) oznaczają odmienne ich przyczyny (Russell 2007: 224). Druga zasada, którą można określić jako zasadę odzwierciedlenia relacji (Votsis 2005: 1362), głosi, że relacje między perceptami mają takie same własności logiczne, co relacje między niementalnymi przyczynami perceptów (Russell 2007: 227). W świetle tych dwóch zasad wiedza o świecie zewnętrznym ograniczona jest do znajomości jego własności drugiego rzędu, czyli własności relacji. W rezultacie przedmiotem poznania są w omawianej koncepcji jedynie logiczne własności świata (zob. Chakravartty 2007: 37). Zatem w przypadku ESR typu I pojęcie struktury rozumiane jest czysto logicznie; natomiast w przypadku typu II, w wersjach stanowiska Worralla, które omawiam dalej, struktura reprezentowana jest przez równania matematyczne bądź zdanie Ramseya teorii naukowej (zob. Ladyman 2014).

1.5.1. Główne argumenty w debacie realistów z antyrealistami

Typ II ESR zaproponowany został przez Worralla jako stanowisko pośrednie w sporze między realizmem naukowym a antyrealizmem (dalej, pisząc o wersjach ESR, będę miał na myśli wyłącznie wersje podpadające pod ten typ, chyba, że zostanie zaznaczone inaczej). W tym celu próbował on pokazać, w jaki sposób w ESR można pogodzić ze sobą dwa główne argumenty przemawiające za opozycyjnymi stanowiskami w wymienionej debacie. W ogólny sposób, standardowy realizm naukowy można przedstawić następująco (zob. Psillos 1999: XV):

Realizm naukowy Dojrzałe i odnoszące sukcesy poznawcze teorie są aproksymacyjnie prawdziwymi opisami nieobserwowalnej części świata, zaś terminy teoretyczne występujące w tych teoriach posiadają odniesienie przedmiotowe. Celem poznania naukowego jest formułowanie (aproksymacyjnie) prawdziwych opisów świata.

Negacją realizmu naukowego jest stanowisko antyrealizmu naukowego (instrumentalizmu) w którym, zasadniczo, głosi się, że:

Antyrealizm naukowy Teorie naukowe nie podpadają pod dychotomię prawdy i fałszu. W tym sensie są one jedynie opisami, narzędziami porządkującymi dane

empiryczne. Terminy teoretyczne nie posiadają odniesienia przedmiotowego.
Celem poznania naukowego jest empiryczna adekwatność teorii.

Pojęcie empirycznej adekwatności użyte w powyższej charakterystyce antyrealizmu pochodzi z jednego z najbardziej interesujących stanowisk antyrealistycznych, empiryzmu konstruktywnego Basa van Fraassena (1980). Pojęcie to jest rozumiane następująco: „Struktury, które da się opisać w raportach z eksperymentów i pomiarów, nazywamy wyglądem (*appearance*): teoria jest empirycznie adekwatna, jeżeli posiada taki model, dla którego wszystkie wyglądy są izomorficzne z empirycznymi podstrukturami tego modelu” (van Fraassen 1980: 64, tł. D. Luty).

Głównym argumentem za realizmem naukowym jest tzw. argument z braku cudów (*no miracles argument*, NMA). NMA formułowany jest zazwyczaj jako wnioskowanie do najlepszego wyjaśnienia, które jest wnioskowaniem abdukcyjnym (Losee 2001: 295; zob. też: Harman 1965; Boyd 1983: 360; Lipton 2004; Urbański 2009):

Pozytywny argument na rzecz realizmu jest taki, że jest to jedyna filozofia, która nie czyni z sukcesu nauki cudu. To, że terminy w dojrzałych teoriach naukowych zazwyczaj odnoszą się do świata (to ujęcie zaproponował Richard Boyd), że teorie akceptowane w ramach dojrzałej nauki są zazwyczaj aproksymacyjnie prawdziwe, że te same terminy mogą odnosić się do tego samego, nawet jeżeli występują w innych teoriach – te stwierdzenia nie są postrzegane jako prawdy konieczne, lecz jako części jedyne go naukowego wyjaśnienia sukcesu nauki. Stąd też są częściami jakiegokolwiek adekwatnego opisu nauki i relacji w jakie wchodzi ona ze swoimi przedmiotami (Putnam 1975: 73, tł. D. Luty).

To rozumowanie proponuję zrekonstruować następująco:

(1) Jest faktem, że nauka odnosi sukcesy.
(2) Stanowisko realizmu wyjaśnia, dlaczego dojrzała nauka odnosi kolejne sukcesy (sukcesy nauki nie są przypadkiem, jeżeli stanowisko realizmu jest prawdziwe, tj. wtedy, gdy przypisanie teoriom aproksymacyjnej prawdziwości i w związku z tym niepustego zakresu przedmiotowego ich terminów teoretycznych jest słuszne).

NMA

(3) Inne stanowiska nie wyjaśniają równie dobrze sukcesu nauki, co stanowisko realizmu.

(W) Zatem, stanowisko realizmu jest prawdopodobnie prawdziwe, tj. teorie są aproksymacyjnie prawdziwe oraz ich terminy teoretyczne posiadają odniesienie przedmiotowe.

Głównym argumentem¹⁵ za antyrealizmem jest tak zwany „argument z pesymistycznej metaindukcji” (PMI), sformułowany przez Larry’ego Laudana (1981/2018). PMI wymierzony jest przeciwko stwierdzeniu wskazanemu w przesłance (2) powyższej rekonstrukcji NMA, czyli przeciwko tezie o związku między sukcesem teorii a jej aproksymacyjną prawdziwością i odnoszeniem się do świata jej terminów teoretycznych. Ważnym aspektem tej krytyki jest to, że PMI opiera się na przykładach z historii nauki. Laudan (*ibid.*: 46) formułuje listę teorii naukowych, które odnosiły sukcesy, lecz z perspektywy późniejszego rozwoju nauki zostały odrzucone, tj. w toku rozwoju nauki okazało się, że terminy teoretyczne tych teorii nie mają odniesienia przedmiotowego (np. takie terminy jak „eter elektromagnetyczny” czy „cieplik”¹⁶). Skoro przeszłe teorie, które realisci byliby gotowi uznać za aproksymacyjnie prawdziwe ze względu na odnoszony przez nie sukces, zostały odrzucone oraz uznane *explicite* za fałszywe, a ich terminy teoretyczne jako niczego niedesygnujące, to *najprawdopodobniej* jest tak, że obecne i przyszłe teorie czeka ten sam werdykt. Zatem na podstawie indukcyjnego uogólnienia formułowanego na podstawie odnośnych przeszłych teorii pojawia się wniosek, że sukces teorii nie posiada związku z ich (aproksymacyjną) prawdziwością (zob. Held 2011). PMI można zrekonstruować w następującej postaci, niebędącej wszakże rozumowaniem indukcyjnym (zob. Mizrahi 2013: 3211; Saatsi 2005: 1089; Lewis 2001: 373):

(Założenie): Niech sukces teorii będzie uznany za wiarygodny sprawdzian jej prawdziwości.

(1) Współczesne teorie naukowe odnoszą sukcesy poznawcze.

(2) Z (Założenia) oraz (1) wynika, że współczesne teorie naukowe są prawdziwe.

PMI

(3) Wówczas przeszłe teorie są fałszywe, ponieważ w istotny sposób różnią się od teorii współczesnych, np. postulowanym odniesieniem przedmiotowym ich terminów teoretycznych.

(4) Wiele z przeszłych teorii naukowych odnosiło sukcesy poznawcze.

¹⁵ Należy jednak odnotować, że słuszność NMA można podważać na różne sposoby (zob. Musgrave 1988; Magnus, Callender 2004; Howson 2013; Sprenger 2016).

¹⁶ Lista Laudana obejmuje następujące teorie: sfery kryształowe ze starożytnej i średniowiecznej astronomii, teoria humoralna w medycynie, fluidalna teoria elektryczności statycznej, geologia „katastroficzna” wraz z jej akceptacją powszechnego potopu, chemiczna teoria flogistonu, teoria ciepłika, kinetyczna teoria ciepła, fizjologiczne teorie sił życiowych, eter elektromagnetyczny, eter optyczny, teoria bezwładności kołowej, teorie samoródtwa.

(W) Sukces teorii nie jest wiarygodnym sprawdzianem jej prawdziwości (założenie prowadzi do sprzeczności między przesłankami (3) i (4)).

Zauważa się (Kotowski 2016: 169–170), że Laudan przypisywał realistom rozumienie sukcesu teorii w pewnym bardzo wąskim sensie. Uznał on mianowicie, że realisci przez sukces teorii rozumieją, w jego słowach, „sukces pragmatyczny”. Ma to oznaczać, że dana teoria liczy się jako teoria odnosząca sukcesy, jeżeli prowadzi do potwierdzonych przewidywań oraz ma szeroki zakres w wyjaśnianiu zjawisk (Laudan 1981: 23). Tymczasem, za Ghinsem (2002; zob. Rodzeń 2006) można przyjąć, że Putnam (1978) wyrażeniu „sukces teorii naukowych” przypisywał właściwie trzy sensy¹⁷. W pierwszym przypadku rozumie się przez sukces poznawczy wyłącznie sukces *predykcyjny*. „Sukces pragmatyczny” Laudana wydaje się najbardziej zbliżony do tego ujmowania sukcesu teorii. W drugim przypadku mówić można o sukcesie progresywnym, związanym z *nowatorskością i dojrzałością* kolejnych teorii naukowych pojawiających się w toku postępu nauki. Trzecim przypadkiem jest sukces *metodologiczny* (Rodzeń 2006: 15), przez co rozumie się możliwość zachowania teorii wcześniejszej (mniej aproksymacyjnie prawdziwej) jako przypadek szczególny teorii późniejszej. Zatem realisci nie muszą akceptować jako teorii aproksymacyjnie prawdziwej dowolnej teorii odnoszącej sukcesy tylko w pierwszym sensie:

Wszak babilońscy astronomowie odkryli periodyczność zjawisk astronomicznych i sformułowali prawa algebraiczne pozwalające je przewidywać. Nie ma w tym nic niewiarygodnego czy cudownego, że prawo otwarcie sformułowane w celu uchwycenia pewnego okresowego zjawiska, pozwala z powodzeniem przewidywać przypadki jego przyszłego wystąpienia. (...) Nikt nie uważa, że babilońskie prawa algebraiczne naprawdę opisują jakąś ukrytą rzeczywistość (Musgrave 2018: 92–93, tł. M. Kacperak)

W związku z tym można zasugerować kryterium dojrzałej teorii naukowej, które nie jest oparte na ograniczonym rozumieniu sukcesu nauki założonym przez Laudana: „realista powinien uznać, że nauka jest dojrzała, jeśli obejmuje teorie cechujące się predyktywnością [...], czyli przewidujące ogólne typy zjawisk, które nie zostały ‘wczytane’ w teorię” (Worrall 2018: 164, tł. M. Kotowski). Ponadto, należy dodać, że teoria dojrzała i aproksymacyjnie prawdziwa niekoniecznie musi dostarczać przewidywań tylko i wyłącznie nieznanymi wcześniej zjawisk. Przykładowo, precesja peryhelium Merkurego była znana w mechanice klasycznej, jednakże dopiero pojawienie się OTW pozwoliło w pełni wyjaśnić to zjawisko.

¹⁷ Należy jednak podkreślić, że Ghins traktował tę wieloznaczność jako słabość poglądu Putnama.

Istotne jest to, że nie było ono uwzględnione w procesie konstruowania OTW, ale okazało się, że można je na gruncie tej teorii przewidzieć i wyjaśnić (Kotowski 2016: 170). Wydaje się, że można to potraktować jako przypadek nie w pełni zgodny z kryterium Worralla, ale którego dogodniejsza interpretacja leży po stronie realizmu, bowiem może on twierdzić, że tego typu sytuacja zaszła, gdyż OTW jest teorią aproksymacyjnie prawdziwą.

1.5.2. Trzecia droga w sporze o status poznawczy teorii

Właśnie ze względu na wskazane powyżej okoliczności Worrall (2018: 162–3) uważa, że realizm naukowy, oparty na NMA, jest wart obrony, jednakże w postaci zmodyfikowanej, uwzględniającej PMI. Proponuję pierwszą wersję stanowiska Worralla, którą oznaczę jako ESR1, przedstawić następująco:

ESR1 Rozwój nauki na poziomie teoretycznym jest procesem ciągłym i stabilnym ze względu na to, że strukturalna część teorii, tj. jej równania matematyczne, zachowywana jest (na różne sposoby) w przejściach między kolejnymi teoriami naukowymi. Za sukcesy poznawcze nauki odpowiedzialne są zatem strukturalne części teorii, dlatego wobec nich powinniśmy mieć nastawienie realistyczne.

Chociaż zarówno NMA, jak i PMI nie są w pełni satysfakcjonującymi argumentami, to stojące za nimi zasadnicze intuicje wydają się na tyle przekonujące, że należy się do nich odnieść, formułując stanowisko w sprawie poznawczego statusu teorii naukowych. Aby ten cel osiągnąć, kluczowe jest spostrzeżenie, że w miarę rozwoju nauki, stabilność nauki ze względu na ciągłość teoretyczną nie musi zachodzić między *całymi* teoriami, a jedynie ich częściami. Takie podejście nazywane jest sceptycyzmem selektywnym (zob. Kotowski 2014) i bazuje ono na podziale części teoretycznej teorii naukowej na fragmenty, które odpowiedzialne są za ciągłość i stabilność nauki i na te, które nie są z nimi związane. Dokonanie takiego podziału Psillos nazwał „ruchem *divide et impera*”:

(...) wystarczy pokazać, że sukces przeszłych teorii nie zależał od tego, co teraz uznajemy za fundamentalnie wadliwe twierdzenia teoretyczne. Ujmując to pozytywnie, wystarczy pokazać, że teoretyczne prawa i mechanizmy, które spowodowały sukcesy przeszłych teorii, zostały zachowane w naszym obecnym obrazie naukowym. Nazwę to ruchem *divide et impera*. Bazuje on na twierdzeniu, że kiedy teoria jest porzucana, jej teoretyczne części, tj. teoretyczne prawa i mechanizmy, które w niej sformułowano, nie powinni być odrzucone w całości. Niektóre z tych

teoretycznych części są niespójne z tym, co obecnie akceptujemy i stąd muszą być odrzucone. Ruch *divide et impera* sugeruje, że jeżeli okaże się, iż części teoretyczne, które były odpowiedzialne za empiryczny sukces odrzuconych teorii, są również zachowane w naszym obecnym obrazie naukowym, wtedy można bronić znaczącej wersji realizmu naukowego (Psillos 1999: 103, tł. D. Luty).

Strategię Worralla związaną z omawianą wersją ESR można potraktować jako przykład wersji realizmu opartej na selektywnym sceptycyzmie, on sam wszakże tego określenia nie używa. Ruch *divide et impera* Worrall przeprowadza w kontekście przypadku zachowania równań Fresnela w przejściu od teorii światła Fresnela do teorii elektromagnetyzmu Maxwella, który to przykład Worrall zaczerpnął, jak wspominałem wcześniej, od Poincarégo. Omawiam ten przypadek z fizyki załamania i odbicia światła zgodnie z rekonstrukcją przedstawioną przez samego Worralla (1989/2018: 168–170). Światło niespolaryzowane (spolaryzowane losowo) może być rozłożone na światło liniowo spolaryzowane w płaszczyźnie padania oraz na światło spolaryzowane w płaszczyźnie do niej ortogonalnej. W odniesieniu do pierwszej składowej, niech I^2, R^2, X^2 reprezentują natężenie, odpowiednio, padających, odbijanych i załamanych promieni świetlnych. Natomiast w odniesieniu do drugiej składowej niech te natężenia reprezentowane będą, odpowiednio, przez I'^2, R'^2, X'^2 . Wreszcie niech i oraz r reprezentują kąty utworzone przez, odpowiednio, promienie padające oraz załamane z normalną do płaszczyzny odbijającej. Maxwell podawał równania Fresnela w następującej postaci:

$$R/I = \operatorname{tg}(i - r) / \operatorname{tg}(i + r) \quad (3)$$

$$R' / I' = \sin(i - r) / \sin(i + r) \quad (4)$$

$$X/I = (2 \sin r \cdot \cos i) / (\sin(i + r) \cos(i - r)) \quad (5)$$

$$X'/I' = 2 \sin r \cdot \cos i / \sin(i + r). \quad (6)$$

Te równania, poprawne ze względu na przeprowadzone empiryczne testy, dokładnie zachowały swoją postać w przejściu od teorii Fresnela do teorii elektromagnetyzmu Maxwella. Antyrealistyczne ujęcie tej sytuacji głosiłoby, że jest to sytuacja niekorzystna dla *standardowego* realizmu naukowego. Jeżeli realista uważa, że terminy teoretyczne desygnujące byty nieobserwowalne pełnią autentycznie ważną rolę w wyjaśnianiu sukcesu poznawczego teorii, to w sytuacji, w której dwie teorie są niekompatybilne ze względu na ontologię, lecz są empirycznie równoważne, to należy głosić, że odniesienia przedmiotowe terminów teoretycznych jednak nie mogą pełnić roli eksplanacyjnej. Jest jednak jasne, że w tym przypadku bierze się teorie całościowo. W omawianym kontekście, niekompatybilne ontologie postulowane dla teorii Fresnela oraz teorii Maxwella są takie, że w pierwszym przypadku głosi

się istnienie eteru mechanicznego, będącego fizycznym ośrodkiem, w którym światło rozprzestrzenia się wibracyjnie, zgodnie z zasadami klasycznej mechaniki, natomiast w drugim przypadku światło jest samodzielną falą elektromagnetyczną bez takiego ośrodka. W tym sensie teorie są całkowicie niezgodne w odniesieniu do postulowanej *natury* światła. Ze względu jednak na to, że w przypadku przejścia od teorii Fresnela do teorii Maxwella wskazane wyżej równania zostały zachowane w tej samej postaci, można głosić, jak to czyni Worrall w ramach ESR, że zachowywana jest informacja o *strukturze* nieobserwowalnej części świata, wyrażonej w tych równaniach:

Poincaré twierdzi, że chociaż z punktu widzenia teorii Maxwella Fresnel całkowicie błędnie rozpoznał *naturę* światła, jego teoria poprawnie opisywała nie tylko obserwowalne skutki światła, lecz również jego *strukturę*. Nie istnieje żaden sprężysty eter. Istnieje natomiast, z późniejszego punktu widzenia, (bezcieleśne) pole elektromagnetyczne. Pole to w żadnym oczywistym sensie nie aproksymuje eteru, lecz zaburzenia w nim podlegają *formalnie* podobnym prawom, jakim podlegały sprężyste zaburzenia w mechanicznym medium (Worrall 1989/2018: 168–9, tłum. M. Kotowski).

W rezultacie głosi się w ramach omawianego stanowiska, że właśnie względem stuktury teorii, rozumianej jako równania matematyczne, powinniśmy być realistami. Chcąc wyjaśnić, dlaczego odrzucana teoria mogła być traktowana jako aproksymacyjnie prawdziwa i dlaczego w związku z tym odnosiła (stosownie rozumiany) sukces poznawczy, należy wskazać na te jej struktury, które zostały zachowane w przejściu do teorii lepszej. Twierdzi się tutaj, że NMA jest argumentem słusznym, o ile będzie się utrzymywać, że teorie „uchwyciły” *strukturę* nieobserwowalnych fragmentów świata, umożliwiając nam ich odkrycie oraz poznanie. Przez ciągłość teoretyczną rozumie się w tym sensie ciągłość strukturalną, stąd za część odpowiedzialną za rozumiany dostatecznie szeroko sukces nauki przyjmuje się zawartość strukturalną teorii. To, co *nie* zostaje zachowane i w co uderza PMI, to odniesienia przedmiotowe terminów teoretycznych.

1.5.3. Natura i struktura

Można postawić w odniesieniu do ESR1 kilka poważnych zarzutów. Należy zauważyć, że stwierdzenia Worralla można rozumieć na dwa sposoby. Pierwszy problem, jaki należy wskazać w kontekście ESR1, dotyczy oddzielenia od siebie natury i struktury. Czy chcąc wskazać zachowanie zawartości strukturalnej teorii w obliczu rewolucji naukowej oraz w przejściu do teorii nowej i lepszej, da się ją całkowicie odseparować od treści niestrukturalnej? Można pokazać, że istnieje nierozzerwalny związek między naturą i strukturą

na gruncie teorii naukowych, stąd odpowiedź przecząca na powyższe pytanie wydaje się bardziej zasadna:

Kiedy naukowcy mówią o naturze jakiegoś bytu, to zazwyczaj – pomijając postulowanie sprawczo działającego czynnika – przypisują temu bytowi zestaw podstawowych własności i relacji. Dalej opisują jego prawdopodobne zachowanie przy pomocy zbioru równań. Innymi słowy, wyposażają oni odnośny obiekt w pewną strukturę przyczynową i mówią o sposobach, w jakie ten byt jest ustrukturyzowany. (...) Powiedzieć, czym dany byt jest, to pokazać, w jaki sposób jest on ustrukturyzowany: jakie są jego własności i w jakich jest on relacjach względem innych obiektów, itd. Wyczerpujące określenie zbiorów tych własności i relacji nie pozostawia już niczego więcej do ustalenia. Dociekania dotyczące tego, co leży poza takim określeniem i o czym sędzi się, że zostało nieuchwycone są, jak uważam, mętne. Konkludując zatem, sędzę, że „natura” i „struktura” bytu tworzą kontinuum, a znajomość jednego pociąga za sobą znajomość drugiego (Psillos 1999: 149–150, tł. D. Luty)

Jeżeli za Psillosem zgodzić się, że znajomość natury pociąga za sobą znajomość struktury, i odwrotnie, to, jak sędzę, należałoby także uznać twierdzenie, że nieznaną natury oznacza nieznaną strukturę (i odwrotnie). Uważam, że w ten sposób można oddać opinię Psillosa, że same równania matematyczne nie mogą służyć jako wyjaśnienie sukcesu poznawczego teorii. Powodem jest to, że równania danej teorii, służące do przewidywania zjawisk, zawsze są zinterpretowane, tj. występujące w nich wielkości reprezentowane przez pewne symbole (np. masa, prędkość czy przyspieszenie) mają przyporządkowane określone znaczenie fizyczne wprowadzone w rezultacie procesu formułowania hipotez naukowych. Innymi słowy, równania występujące w efektywnych zmatematyzowanych naukach przyrodniczych są obciążone teoretycznie, czyli właśnie zinterpretowane (*ibid.*: 148).

Powyższa trudność ESR1 jest tym bardziej wyraźna w świetle faktu, że istnieją alternatywne wersje realizmu opartego na selektywnym sceptycyzmie i stowarzyszone z nimi sposoby przeprowadzenia ruchu *divide et impera*. Psillos¹⁸ zaproponował podział teorii na części „jałowe” (*idle*) i części „komponentów teoretycznych istotnie wnoszących” (*essentially contributing theoretical components*) (Psillos 1999: 106). I tak, przedstawia on, w jaki sposób można wykorzystać zaproponowany przez niego podział do analizy przejścia od teorii Fresnela do teorii Maxwella i w jaki sposób należałoby ujmować te aspekty teorii Fresnela, które zostały zachowane:

(Fresnel) miał rację, gdy twierdził, że propagacja światła jest procesem, który potrzebuje nośnika (który współcześnie nazywamy „ polem elektromagnetycznym”), ale mylił się co do molekularnego

¹⁸ Innym alternatywnym stanowiskiem jest semirealizm Chakravarty’ego (2007).

budulca tego nośnika. Fresnel miał rację co do poprzecznych oscylacji światła, lecz mylił się co do ich mechanicznych podstaw. Nie mylił się twierdząc, że propagacja światła spełnia zasadę zachowania energii, lecz był w błędzie uważając, że amplitudy fal świetlnych można sprowadzić do prędkości molekularnych przemieszczeń. Fresnel słusznie sugerował, że światło może być reprezentowane jako wielkość wektorowa, lecz błędnie utożsamiał składowe takiego wektora z przemieszczeniami eteru. W związku z tym nie jest poprawne twierdzenie, że Fresnel odkrył strukturę i „tylko” źle rozpoznał naturę światła, chyba, że pojęcie „struktury” rozumie się na tyle szeroko, że uwzględni się w nim jakiegokolwiek przypisane przez Fresnela falom świetlnym własności, które zostały zachowane w teorii Maxwella (*ibid.*: 153, tł. D. Luty).

W tym sensie nie tylko struktura teorii Fresnela została zachowana, ale także część teoretycznego mechanizmu przypisywanego zjawiskom świetlnym (*ibid.*: 151). Ujęcie Psillosa niewątpliwie pozwala na bardziej szczegółowe opisanie przejścia od teorii Fresnela do teorii Maxwella¹⁹.

Drugi problem związany jest z tym, że przykład równań Fresnela jest nietypowy wśród par teorii, w których doszło do zachowania równań matematycznych, ponieważ ich postać formalna była *całkowicie* niezmieniona (Howson 2000: 39). Sam Worrall jest zresztą w pełni świadomy tego kłopotu: „Znacznie częściej spotykanym schematem jest to, że stare równania pojawiają się jako *przypadki graniczne* nowych – to jest stare i nowe równania są, ściśle rzecz biorąc, sprzeczne, lecz nowe dążą do starych, jak jakaś wielkość dąży do jakiejś granicy” (Worrall 2018: 170–171, tł. M. Kotowski). Worrall powołuje się w związku z tym na *reguły korespondencji* między teorią nowszą a teorią starszą i stwierdza, że korespondencję między dojrzałymi teoriami można rozumieć jedynie jako korespondencję ich struktur (równań) w sensie wskazanym powyżej. Nie jest już właściwe, kontynuuje Worrall, głoszenie tego typu ciągłości dla terminów teoretycznych. Przykładowo, w kontekście fizyki grawitacyjnej, nie da się wykazać, w jaki sposób termin „działanie na odległość” miałby dać się przybliżyć z perspektywy terminu „krzywizna czasoprzestrzenna” (*ibid.*). Wniosek ma być taki, że odnośne reguły nie mogą obowiązywać dla jednostkowych terminów teoretycznych (i, w związku z tym, desygnowanych przez nie bytów nieobserwowalnych oraz ich *natur*), natomiast dla równań matematycznych (*struktur*) – tak. To ujęcie jest jednak, jak sądzę, dość niesatysfakcjonujące, ponieważ Worrall nie przedstawił żadnych wyjaśnień dotyczących stosowania reguł korespondencyjnych w odniesieniu do strukturalnych części teorii

¹⁹ Trzeba jednak wskazać, że w przytoczonym przeze mnie cytacie Psillos częściowo ahistorycznie podchodzi do poglądów Fresnela – ten bowiem nie mógł „sugerować” reprezentowania światła jako wielkości wektorowej, bowiem w czasie formułowania teorii Fresnela nie korzystano z pojęcia wektora w naukach przyrodniczych.

naukowych. Utrudnia to akceptację poglądu, że hipotezy dotyczące przedmiotów nieobserwowalnych są zbędne w opisie ciągłości i stabilności rozwoju teoretycznego nauki, zaś struktura rozumiana jako (niezinterpretowane) równania matematyczne jest w tym kontekście wystarczająca.

Po trzecie, istnieje problem związany z samą charakterystyką tego, co należy rozumieć przez „zawartość strukturalną” teorii. W świetle przywołanej powyżej krytyki jest jasne, że samo powołanie się na pojęcie struktury (rozumianej jako równania matematyczne teorii) oraz na parę „natura”–„struktura” jest niewystarczające. W rezultacie pojawiła się propozycja udoskonalenia ESR1 poprzez przyjęcie, iż „realizm strukturalny (...) zakłada pogląd, że poznawcza zawartość teorii jest w pełni uchwycona przez jej zdanie Ramsey’a” (Worrall 2007: 147; zob. Saunders, McKenzie 2015: 149). W przypadku ESR2 Worrall (2007: 153) bardziej *explicite* wyraził, jakie są podstawowe założenia tego stanowiska. Proponuję je zrekonstruować następująco:

- i) Teza metafizyczna: istnieje niezależna od podmiotu poznającego, ustrukturyzowana w określony sposób rzeczywistość.
- ii) Teza epistemologiczna: całościowo wzięta struktura matematyczna teorii odzwierciedla strukturę rzeczywistości. Tylko do niej mamy w nauce poznawczy dostęp, który wyrażają zdania Ramsey’a konkretnej teorii.

ESR2

Przedstawiając to w uproszczeniu (zob. Worrall 2007: 148; Andreas 2017), aby sformułować zdanie Ramsey’a $\mathfrak{R}(T)$ teorii T , należy zrekonstruować T przy użyciu mocnego podziału na terminy obserwacyjne i teoretyczne, przy czym ujmuje się tę teorię jako formułę:

$$T(O_1, \dots, O_n, T_1, \dots, T_n), \quad (7)$$

gdzie O_i oznaczają predykaty obserwacyjne, natomiast T_i predykaty teoretyczne. Następnie należy zastąpić terminy teoretyczne zmiennymi wyższego rzędu, po których kwantyfikuje się egzystencjalnie. Zdanie Ramsey’a ma wówczas ogólną postać:

$$\exists(t_1, \dots, t_n)T(t_1, \dots, t_n, O_1, \dots, O_n). \quad (8)$$

Uważa się, że o ile posiadamy wiedzę o nieobserwowalnej części świata, to wiedza ta wyczerpuje się w znajomości relacji między zmiennymi wyższego rzędu, oraz między tymi zmiennymi a predykatami obserwacyjnymi (Zahar 2004: 7). W tym sensie akceptuje się wniosek Hempla, że zdania Ramsey’a nie eliminują odniesienia do terminów teoretycznych:

(...) zdanie Ramsey'a teorii związane ze zinterpretowaną teorią T unika odniesienia do hipotetycznych bytów jedynie deklaratywnie (...), ale nie w duchu. Bowiem nadal zakłada się tutaj istnienie określonych bytów należących do postulowanej ontologii teorii T i nie gwarantuje się, że byty te są obserwowalne albo przynajmniej w pełni dające się opisać w terminach obserwabli. Stąd zdania Ramsey'a nie stanowią satysfakcjonującego sposobu ominięcia bytów teoretycznych (Hempel 1965: 216, tł. D. Luty).

W przekonaniu Worralla (2011: 169–170) jest to wystarczający powód, aby uznać, że ESR2 nie sprowadza się do empiryzmu (zob. Ladyman 2018: 203; Cruse, Papineau 2002; Newman 2005). Do problemu związanego z odróżnieniem ESR2 od empiryzmu wróć podczas omawiania głównych zarzutów wobec tego stanowiska (rozdz. 1.5.4). Wniosek, jaki ma płynąć z przedstawionego powyżej stwierdzenia Hempela, jest taki, że skoro predykaty obserwacyjne są nieodłączną częścią zdania Ramsey'a i w związku z tym są połączone z zastępującymi terminy teoretyczne zmiennymi wyższego rzędu, to „(...) po prostu trzeba zaakceptować, że niektóre zdania wyrażone w czysto obserwacyjnym słowniku są teoretyczne – zdanie Ramsey'a dowolnej złożonej teorii naukowej jest tutaj głównym przykładem” (Worrall 2011: 170, tł. D. Luty). Stąd ESR2 ma wyrażać pogląd, że teoria całościowo odzwierciedla „głęboką”, tj. dostępną wyłącznie przez teoretyczny opis, a nie bezpośrednio, strukturę świata (*ibid.*: 171). W tym miejscu należy odnotować, że Worrall właściwie zrezygnował w ESR2 z selektywnego sceptycyzmu na rzecz całościowego teoretycznego deskryptywizmu (*ibid.*: 169).

1.5.4. Zarzut Newmana

Główny problem ESR2 związany jest z tak zwanym zarzutem Newmana (1928: 144 – 145). Pierwotnie sformułowany on został przeciwko rozumieniu struktury jako przedmiotu poznania w obrębie wskazanej wyżej koncepcji poznania strukturalnego Russella. Koncepcja ta została następnie zmodyfikowana przez Grovera Maxwella (1962; 1970) w taki sposób, aby poznawczo dostępna struktura świata miała być wyrażona przez zdanie Ramsey'a teorii. W jego ujęciu terminy obserwacyjne odpowiadają Russelowskiemu pojęciu „wiedzy bezpośredniej”, natomiast teoretyczne zmienne wyższego rzędu odpowiadają pojęciu „wiedzy przez opis”. William Demopoulos i Michael Friedman (1985), odnosząc się do prac Maxwella, połączyli pierwotny zarzut Newmana z wyrażaniem treści strukturalnej teorii przez zdanie Ramsey'a (zob. Ladyman 2018: 203–204; Worrall 2007: 141). Dokładniej argument Newmana we współczesnej postaci można przytoczyć w wersji Jeffrey Ketlanda (2004). Przedstawia on zarzut Newmana następująco.

Zakłada się w omawianym ujęciu semantycznie zinterpretowany dwusortowy język sformułowany w logice drugiego rzędu, $L_2(O_i, M_i, T_i)$, gdzie O_i oznacza relacje obserwowalne, M_i relacje mieszane, a T_i relacje teoretyczne. Język ten posiada *interpretację zamierzoną*, czyli taką funkcję, która w *określony* sposób przyporządkowuje pozalogicznym terminom określone odniesienie przedmiotowe. Interpretacje zamierzone wyznaczają elementy (O_i, M_i, T_i) . W L_2 dopuszczane są zatem dwa typy zmiennych indywidualnych tworzących dwa niepuste zbiory: obiektów obserwowalnych $x_1, x_2, x_3 \dots$ oraz nieobserwowalnych y_1, y_2, y_3, \dots . Dopuszcza się trzy klasy predykatów: predykaty obserwacyjne X_1, X_2, X_3, \dots , które odnoszą się do obserwowalnych własności i relacji, predykaty teoretyczne $Y_1, Y_2, Y_3 \dots$, odnoszące się do teoretycznych własności i relacji, oraz predykaty mieszane Z_1, Z_2, Z_3, \dots , które odnoszą się do relacji mieszanych, czyli takich, których przynajmniej jeden element jest obiektem obserwowalnym oraz przynajmniej jeden element jest obiektem nieobserwowalnym. Następnie Ketland przedstawia następującą strukturę Henkina²⁰ dla rozpatrywanego języka:

$$((D_1, D_2), Rel, R_O, R_M, R_T), \quad (9)$$

gdzie D_1 jest dziedziną obiektów obserwowalnych, D_2 jest dziedziną obiektów nieobserwowalnych, Rel to zbiór relacji określonych w zbiorze $D_1 \cup D_2$, natomiast R_O, R_M, R_T to relacje, w których interpretowane są odpowiadające im predykaty (obserwacyjne, mieszane, teoretyczne). Sformułowanie zdania Ramsey'a $\mathfrak{R}(T)$ pewnej teorii T w języku L_2 polega na eliminacji predykatów teoretycznych, jednakże w omawianym przypadku, ze względu na dwusortowość rozpatrywanego języka, nie oznacza to eliminacji zmiennych odnoszących się do elementów zbioru bytów nieobserwowalnych (co jest zgodne z przytoczonym przeze mnie wcześniej poglądem Hempla). W rezultacie pewne $\mathfrak{R}(T)$ będzie zdaniem w języku $L_2(O)$, natomiast struktura Henkina tworząca model, w którym $\mathfrak{R}(T)$ będzie spełnione, będzie miał w omawianym przypadku postać $((D_1, D_2), Rel, R_O)$.

W kontekście tych ustaleń Ketland formułuje twierdzenie, które ma w pełni wyrażać sens zdania Ramsey'a. Do jego wyrażenia potrzebne są ponadto dwa dodatkowe pojęcia, zaś do jego udowodnienia – pewne twierdzenie dodatkowe. Pojęcia, o które chodzi, to poprawność odnośnie do T -kardynalności i poprawność empiryczna. Pierwsze z nich zdefiniowane jest następująco: „zupełna struktura $((D_1, D_2), Rel, R_O, R_M, R_T)$ dla $L_2(O_i, M_i, T_i)$ jest poprawna odnośnie do T -kardynalności, jeżeli $D_2 \approx D_T$ ”, gdzie D_T jest dziedziną teoretyczną struktury

²⁰ Strukturami Henkina nazywane są ogólne struktury spełniające aksjomaty rachunku predykatów drugiego rzędu (zob. Väänänen 2019).

zamierzonej (*ibid.*: 298). Oznacza to, że dziedziny obiektów teoretycznych modeli T i $\mathfrak{R}(T)$ są równoliczne. Drugie pojęcie natomiast znaczy: „pełna struktura $((D_1, D_2), Rel, R_O, R_M, R_T)$ dla $L_2(O_i, M_i, T_i)$ jest poprawna empirycznie w przypadku, gdy $(D_1, R_O) \approx (D_O, O_i)$ ”. Intuicja jaka stoi za definicją poprawności empirycznej zaczerpnięta jest z przytoczonej już przeze mnie koncepcji empirycznej adekwatności: teoria T jest empirycznie adekwatna, jeżeli pewien model empiryczny (rozumiany tutaj jako rekonstrukcja struktury obserwowanego zjawiska, u van Fraassena nazwany „wyglądem”) jest zanurzalny w modelu teorii T . Zanurzenie jest tutaj interpretowane jako izomorfizm, tj. struktura modelu empirycznego musi zostać zachowana (zob. Niiniluoto 2002: 117). Ketland stwierdza, że w ramach jego konstrukcji oznacza to tyle, że redukt struktury zamierzonej (zinterpretowanej) języka L_2 , $((D_O, D_T), O_i, M_i, T_i)$, uzyskany przez ograniczenie tej struktury do jej empirycznej części, jest izomorficzny z empiryczną częścią modelu $((D_1, D_2), Rel, R_O, R_M, R_T)$, w którym zdania rozważanej teorii są spełnione, tj. z (D_1, R_O) (Ketland 2004: 296).

Twierdzenie dodatkowe potrzebne do dowodu bazuje na, jak się wydaje, trudnej do odrzucenia intuicji, zgodnie z którą zdanie $\mathfrak{R}(T)$ nie może być silniejsze od T , co znaczy, że nie może ono stwierdzać więcej niż to, na stwierdzenie czego pozwala T . W tym sensie T oraz $\mathfrak{R}(T)$ nie mogą pozwalać na udowodnienie innego zbioru zdań języka $L_2(O)$. Zatem jeżeli zdanie φ języka $L_2(O)$ jest spełnione w modelu $((D_1, D_2), Rel, R_O)$, to powinno być ono spełnione w $((D_1, D_2), Rel, R_O, R_M, R_T)$. Twierdzenie dodatkowe, o które chodzi w tym kontekście, głosi: „ $\mathfrak{R}(T)$ jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy, jeżeli istnieją sekwencje R_T relacji teoretycznych (na D_T) oraz R_M relacji mieszanych (na $D_O \times D_T$) takie, że $((D_O, D_T), O_i, R_M, R_T) \models T$ ” (*ibid.*: 293).

Twierdzenie wyrażające sens zdania Ramsey’a, którego dowód jest współczesną wersją zarzutu Newmana, brzmi: „ $\mathfrak{R}(T)$ jest prawdziwe wtedy i tylko wtedy, jeżeli T ma zupełny model \mathbf{M} , który jest poprawny odnośnie do T -kardynalności oraz jest poprawny empirycznie” (*ibid.*: 298). Dowód przedstawiony przez Ketlanda jest następujący:

Z lewej do prawej: załóżmy, że $\mathfrak{R}(T)$ jest prawdziwe. Wtedy istnieje takie (zupełne) rozszerzenie $((D_O, D_T), O, R_M, R_T)$ reduktu $((D_O, D_T), O)$ struktury zamierzonej, że $((D_O, D_T), O, R_M, R_T)$ spełnia teorię T . Ten model zupełny T jest w sposób oczywisty poprawny empirycznie oraz poprawny odnośnie do T -kardynalności. Z prawej do lewej: załóżmy, że T ma poprawny odnośnie do T -kardynalności oraz poprawny empirycznie model zupełny $\mathbf{M} = ((D_1, D_2), R_O, R_M, R_T)$. Ponieważ model ten jest poprawny empirycznie, obserwacyjny redukt (D_1, R_O) jest „izomorficzny z wyglądem”: $(D_1, R_O) \approx (D_O, O_i)$, co dane jest przez pewną bijekcję $\phi: D_1 \rightarrow D_O$. Ponieważ model ten jest również poprawny co do T -kardynalności, istnieje inna bijekcja $\psi: D_2 \rightarrow D_T$.

Użyjemy bijekcji ϕ i ψ do zdefiniowania (zupelnej) struktury $((D_O, D_T), O, R_{M^*}, R_{T^*})$ oraz do pokazania, że spełnia ona T . Wykorzystujemy izomorfizmy $\phi: D_1 \rightarrow D_O$ i $\psi: D_2 \rightarrow D_T$ do zdefiniowania nowych relacji mieszanych $(R_M)_i^*$ i nowych relacji teoretycznych $(R_T)_i^*$ w sposób następujący:

$$(R_M)_i^* =_{df} \{(\phi(\underline{x}), \psi(\underline{y})) : (\underline{x}, \underline{y}) \in (R_M)_i\},$$

$$(R_T)_i^* =_{df} \{\psi(\underline{y}) : (\underline{y}) \in (R_T)_i\},$$

gdzie x i y są sekwencjami o odpowiedniej długości. Utworzyliśmy teraz z ϕ i ψ dwusortowy izomorfizm (ϕ, ψ) :

$$(\phi, \psi): ((D_1, D_2), R_O, R_M, R_T) \rightarrow ((D_O, D_T, O, R_M^*, R_T^*)).$$

Stąd, $((D_O, D_T, O, R_M^*, R_T^*) \models T$; stąd $((D_O, D_T), O) \models \mathfrak{R}(T)$. Dlatego $\mathfrak{R}(T)$ jest prawdziwe (*ibid.*: 298–299, tł. D. Luty).

Wniosek z powyższych rozważań jest taki, że do stwierdzenia *prawdziwości* $\mathfrak{R}(T)$ wynikającego z T wystarczy założyć, tylko i wyłącznie, poprawność odnośnie do T -kardynalności oraz poprawność empiryczną. Stąd „strukturalna ‘zawartość’ teorii T , przynajmniej jeżeli utożsamiona jest z tym, co $\mathfrak{R}(T)$ ‘dodaje’ do stwierdzenia, że T jest empirycznie adekwatna, to właśnie ograniczenie kardynalności w stylu Newmanowskim” (*ibid.*: 299).

W świetle powyższego ujęcia można uznać, że zarzut Newmana wymusza na zwolenniku ESR2 wybór: albo musi z perspektywy swojego stanowiska zgodzić się na pogląd, że teorie pozwalają na stwierdzenie poza swoimi konsekwencjami empirycznymi jedynie faktów o kardynalności zbioru istniejących obiektów, albo że jego stanowisko jest prawie równoważne empiryzmowi/antyrealizmowi. Akceptacja pierwszego członu alternatywy wiąże się z przyznaniem, że ESR2 prowadzi do takiego poglądu na teorie naukowe zgodnie z którym teorie, poza swoimi empirycznymi konsekwencjami, informują nas jedynie o trywialnych faktach matematycznych o świecie, zatem na pewno w stanowisku ESR2 nie uchwytyje się poprawnie wiedzy o „głębszej” strukturze świata (Ainsworth 2009: 149). W tym sensie zdanie Ramsey’a nie może być traktowane jako poznawczo *znacząco* bogatsze niż zbiór konsekwencji empirycznych teorii. Natomiast akceptacja drugiego członu oznacza sprzeczność dla ESR2 (Chakravartty 2007: 38).

W odpowiedzi na część zarzutu związaną z pierwszym członem podanej alternatywy, przed którą postawiony jest zwolennik ESR2, Zahar (2004: 10) twierdzi, że błędne jest założenie krytyków, zgodnie z którym w stanowisku tym wyczerpuje się charakterystykę

zawartości strukturalnej wyłącznie przy pomocy teoretyczno-formalnej części zdania Ramsey’a. Zahar podkreśla, że zwolennik ESR2 nie uznaje tylko i wyłącznie teoretycznej części zdania Ramsey’a, ale jego całość, w której znajdują się *również* terminy obserwacyjne. W tym sensie *nie* jest tak, że realista strukturalny twierdzi, że wiedza o świecie nieobserwowalnym ma charakter czysto formalny. Dlatego też Worrall sądzi, że „najbardziej oczywistym błędem Newmana (...) jest przyjęcie, że w celu ustalenia strukturalnych twierdzeń teorii T powinniśmy zastąpić *wszystkie* występujące w niej predykaty zmiennymi, po których następnie kwantyfikujemy egzystencjalnie” (Worrall 2007: 150, tł. D. Luty). Obrona nietrywialności poznawczej zdania Ramsey’a w odniesieniu do nieobserwowalnej części świata staje się problematyczna, jeżeli kryterium tejże nietrywialności związane miałyby być z relacjami, jakie część teoretyczna teorii naukowej ma z jej terminami obserwacyjnymi.

Odpowiadając na problem zawarty w drugim członie alternatywy Zahar nawiązuje do stwierdzenia Hempla dotyczącego teoretyczności zdania Ramsey’a i argumentuje na rzecz tezy, że zdanie to wyraża więcej niż zdania utworzone wyłącznie z terminów obserwacyjnych, a zatem jest treściowo bogatsze od twierdzeń dopuszczalnych w ramach empiryzmu (Zahar 2004: 10–11). W pierwszym kroku Zahar rozważa pewną uproszczoną teorię A :

$$A \equiv [(\forall x)(F(x) \rightarrow T(x)) \wedge \forall(y)(T(y) \rightarrow K(y))], \quad (10)$$

gdzie T oznacza terminy teoretyczne, zaś F i K – terminy obserwacyjne. Zdanie Ramsey’a dla takiej teorii to:

$$\mathfrak{R}(A) \equiv (\exists t)[(\forall x)F(x) \rightarrow t(x)] \wedge (\forall y)(t(y) \rightarrow K(y)). \quad (11)$$

Następnie stwierdza się (bez dowodu) że zdanie to jest równoważne formule pierwszego rzędu:

$$(\forall x)(F(x) \rightarrow K(x)). \quad (12)$$

W kolejnym kroku rozpatruje się w omawianym argumencie nieskończony zbiór wszystkich nazw, które można przyporządkować przedmiotom obserwowalnym, co oznaczone jest jako $\{a_j: j \in \Delta\}$. Dalej przyjmuje się, że pewne zdanie $F_{(a_j)} \wedge K_{(a_j)}$ jest prawdziwe dla wszystkich $j \in \Delta$. Wówczas zarzut Newmana w odniesieniu do teorii A stwierdzałby, że wszystko poza $\{F_{(a_j)} \wedge K_{(a_j)}: j \in \Delta\}$ wyrażalne przez zdanie Ramsey’a należy do zbioru tautologii logicznych, co oznacza, że to co zdanie Ramsey’a stwierdza poza treścią empiryczną jest poznawczo trywialne. Zgodnie z ujęciem Zahara, w świetle równoważności zdania Ramsey’a (11) z formułą (12) zarzut Newmana w przypadku teorii A oznaczałby twierdzenie, że poniższa formuła jest jedynie prawdą logiczną:

$$\{F_{(a_j)} \wedge K_{(a_j)} : j \in \Delta\} \vdash \forall x (F(x) \rightarrow K(x)). \quad (13)$$

Zahar jednakże twierdzi w kolejnym kroku swojej argumentacji, że w takiej wersji zarzut Newmana można oddalić. Zdanie Ramsey'a w przedstawionej przezeń postaci nie jest bowiem *empirycznie rozstrzygalne*, a zatem dotyczy czegoś więcej niż samego zbioru konsekwencji empirycznych teorii. Zakłada się w tym kontekście, że empiryczna rozstrzygalność związana jest z pojedynczymi zdaniami obserwacyjnymi, gdzie przykładowym zdaniem byłoby $F_{(a_j)} \wedge K_{(a_j)}$. O ile teoria A będzie dopuszczać modele, w których pojedyncze zdania obserwacyjne o postaci $F_{(a_j)} \wedge K_{(a_j)}$ są spełnione, o tyle niekoniecznie w danym modelu prawdziwe będzie już uogólnienie $(\forall x)(F(x) \rightarrow K(x))$ (zob. Ainsworth 2009: 153). To zaś dalej oznacza, że zdanie Ramsey'a nie może być sprowadzone do zbioru konsekwencji empirycznych teorii ze względu na występujące w nim kwantyfikator ogólny i z tego powodu ESR oparty na zdaniu Ramsey'a ma się nie sprowadzać do empiryzmu.

Wobec powyższej argumentacji Zahara można przedstawić bardzo prostą uwagę krytyczną (*ibid.*: 154), która, jak uważam, jest trafna. Słuszność argumentu Zahara spoczywa *całkowicie* na postaci zaproponowanej przezeń wersji zdania Ramsey'a, która jest pewnym uogólnieniem. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby stwierdzić, że dowolne uogólnienia (w tym indukcyjne) również przekraczają zbiór konsekwencji obserwacyjnych teorii. Wówczas, zgadzając się z Zaharem, powinniśmy ustalić jaka jest *istotna* różnica między zdaniem Ramsey'a w postaci uogólnienia a dowolnym innym uogólnieniem indukcyjnym. Bowiem „zarzut Newmana miał wykazać – ujmując to z grubsza – że wiedza o prawdziwości zdania Ramsey'a teorii oznacza wiedzę niewiele większą od wiedzy o prawdziwości wynikających z teorii pojedynczych zdań empirycznych i empirycznych uogólnień. Stąd ESR sprowadza się do stanowiska, które nie jest znacząco różne od antyrealizmu” (*ibid.*). W związku z tym pojawia się dodatkowy problem dotyczący ciągłości teoretycznej w nauce, co stanowi główną motywację stanowiska Worralla. Mając bowiem dwie teorie o których stwierdza się, że zachodzi między nimi ciągłość na poziomie teoretycznym, zwolennik ESR2 musi wyrazić ją odwołując się do zdania Ramsey'a tychże teorii. Jednakże z perspektywy powyższych ustaleń, oznacza to tylko stwierdzenie, że teorie te są (częściowo w przypadku teorii następujących po sobie) empirycznie równoważne (zob. English 1973). Dlatego też „zdanie Ramsey'a teorii może być użyteczne dla empirysty, ponieważ pokazuje w jaki sposób można odnosić się do bytów nieobserwowalnych poprzez opis. Jest to jednak możliwe tylko z tego względu, że zdania Ramsey'a odnoszą się do dokładnie tych samych bytów, co teorie, z którymi są związane. Jeśli metaindukcja jest problemem dotyczącym braku ciągłości odniesień przedmiotowych, to

przedstawienie teorii w postaci zdania Ramsey’ a w ogóle nie dotyka tego problemu” (French, Ladyman 2003: 32–33, tł. D. Luty).

Inną odpowiedź na drugą wskazaną wyżej konkluzję zaproponował Worrall. Twierdzi on, że ESR2 nie sprowadza się do empiryzmu, ponieważ istnieje różnica między danymi empirycznymi a predykatami obserwacyjnymi występującymi w teorii. W rezultacie, dwie teorie mogą być w pełni równoważne empirycznie (w sensie zgodności z dostępnymi danymi empirycznymi), lecz mogą być całkowicie niezgodne co do występujących w nich predykatów obserwacyjnych. Jako przykład Worrall podaje dziewiętnastowieczny spór między ewolucjonizmem i kreacjonizmem, gdzie obie teorie były zgodne z dostępnymi wówczas danymi dotyczącymi skamielin, jednakże jedna z nich, ewolucjonizm, zawierała predykat obserwacyjny związany z możliwością stwierdzenia, że dana skamielina może być znacznie starsza niż 6000 lat (Worrall 2011: 167–168). W tym też sensie zdanie Ramsey’ a jako takie ma mieć już charakter teoretyczny – jest to wniosek z przytoczonego przeze mnie stwierdzenia Hempla. Nie jest to ujęcie błędne, ale nie wydaje się czymś więcej niż deklaracją, że teoretyczny charakter pewnej konstrukcji formalnej jest czymś różnym od danych empirycznych. Uważam, że ta odpowiedź jest tak samo niewystarczająca jak argument Zahara. Odpowiedź Worralla musiałaby bowiem istotnie różnić się od poglądów antyrealistycznych i empirystycznych. Tymczasem nie wydaje się, aby w sporze o status poznawczy teorii bądź o to, czy istnieje ciągłość teoretyczna w nauce, w stanowiskach antyrealistycznych głoszono, że jakkolwiek część teorii – również ta składająca się z terminów obserwacyjnych – da się *po prostu* sprowadzić do zbioru danych empirycznych. Przykładowo, w przywołanej już koncepcji empirycznej adekwatności, zaproponowanej w ramach antyrealistycznego stanowiska konstruktywnego empiryzmu, bazuje się na stosunku między modelami empirycznymi a modelami teoretycznymi. W empiryzmie konstruktywnym akceptuje się semantyczne podejście do teorii naukowych (zob. roz. 2.1.1) i stwierdza się, że „przedstawienie teorii oznacza określenie rodziny struktur, jej modeli” (van Fraassen 1980: 64). Konkretnie rozróżnienie między danymi empirycznymi a teorią jest bowiem jak najbardziej dostępne w ramach antyrealizmu. Z tego też względu skupienie się na tym rozróżnieniu w kontekście obrony ESR2 przed sprowadzeniem go do antyrealizmu i empiryzmu daje, w moim przekonaniu, słaby argument.

W świetle powyższych rozważań zarówno ESR1 jak i ESR2 są stanowiskami głęboko problematycznymi. Jakie realista teoriopoznawczy ma opcje? Oczywiście, możliwe byłoby porzucenie orientacji realistycznej przy jednoczesnej akceptacji strukturalizmu i w rezultacie przyjęcie np. stanowiska strukturalnego empiryzmu (Bueno 1999, van Fraassen 2006). Chcąc

jednak zostać przy realizmie, można zwrócić się ku alternatywnym stanowiskom realistycznym opartym na selektywnym sceptycyzmie, na przykład ku wymienionym przeze mnie koncepcjom Psillosa czy Chakravartty'ego. Inną możliwością jest *dalsza modyfikacja* ESR i próba sformułowania odpowiedzi na problemy tego stanowiska, w której zachowuje się wyróżniony status pojęcia struktury.

French, opisując umotywowanie OSR ze względu na trudności ESR, akceptuje zasadniczo analizę ciągłości teoretycznej przedstawioną przez Worralla jako satysfakcjonujące pogodzenie argumentów NMA i PMI. Twierdzi on zarazem, że problemy zarówno ESR1, jak i ESR2 związane są z tym, że na poziomie przedmiotowym, stanowiska te zakładają poprawność ontologii opartej na obiektach. W przypadku ESR1 ujawnia się to w ramach rozróżnienia „natura”–„struktura”, gdzie owe natury, choć niepoznawalne, dotyczą jednostkowych bytów. W tym sensie, French zgadza się z krytyką ESR1 przeprowadzoną przez Psillosa (French 2014: 14), dodając ponadto, że odnośne stanowisko nie daje się obronić, nawet gdy pozostać w jego ramach przy pojęciu struktury rozumianej jako równania, bowiem „skupienie się po prostu na istotnych równania daje zbyt wąskie ujęcie fundamentalnej struktury” (*ibid.*: 15, tł. D. Luty). Wydaje się, że French wyraża w ten sposób nieskuteczność opierania stanowiska realistycznego na niezinterpretowanych równaniach matematycznych (zob. Cei 2005; French 2006: 172). Natomiast w odniesieniu do ESR2 i zarzutu Newmana pisze:

W OSR odrzuca się samą podstawę zarzutu Newmana, mianowicie wyjście od zbioru obiektów na których istotne relacje są definiowane. Oczywiście, teoriomnogościowy sposób reprezentacji, który preferuję, wymaga wprowadzenia takiego zbioru. Jest jednakże odmienną kwestią, czy należy traktować go ontologicznie poważnie; został on bowiem wykorzystywany do konstrukcji określonego rodzaju reprezentacji. Odwołując się do manewru Poincarégo (...), możemy zapisać taki zbiór bez łączenia z nim żadnych założeń ontologicznych (French 2014: 121, tł. D. Luty).

W kontekście przytoczonej przeze mnie wersji zarzutu Newmana powyższe stwierdzenie sprowadzałoby się do sformułowania wymogu, aby w analizie ciągłości teoretycznej nie uwzględniać obiektów (dzięki czemu można pozbyć się problemu związanego z kardynalnością zbioru elementów). Zamiast tego, nietrywialna strukturalna ciągłość powinna być wyrażona, jak sądzi French, przy pomocy zasad niezmienniczości przedstawionych teoriogrupowo.

Rozważyć można podejście alternatywne w stosunku do zasygnalizowanego powyżej ujęcia Frencha. W sytuacji, w której nie przyznaje się istotnej roli obiektom, na których można określać relacje, dopuszczalne jest intensjonalne zinterpretowanie tychże relacji i wyrażenie zdania Ramsey'a w kontekście ujętej w terminach modalnych treści danej teorii naukowej

(Melia, Saatsi 2006). Stwierdza się tutaj, że „niektóre własności kontrfaktycznie zależą od innych własności, niektóre są skorelowane w *quasi*-nomologiczny (*law-like*) sposób z innymi własnościami, niektóre są niezależne, a niektóre pełnią role eksplanacyjne w stosunku do innych własności” (*ibid.*: 579–580, tł. D. Luty). W przykładowych sugestjach wzmocnienia słownika, przy pomocy którego interpretuje się teorię, nacisk położony jest przede wszystkim na pojęcie konieczności fizycznej, w związku z czym wyróżnia się te własności, które mogą być skorelowane w *quasi*-nomologiczny sposób (*ibid.*: 581). Wówczas funktor modalny L_p oznaczający „jest fizycznie konieczne, że...” może być wprowadzony do zdania Ramsey’a teorii. Wówczas nieprzypadkową korelację dwóch różnych własności X i G można formalnie zapisać tak (*ibid.*):

$$\exists XL_p \forall x (Xx \leftrightarrow Gx). \quad (14)$$

Jednym z przykładów przytaczanych przez autorów jest opis korelacji nieobserwowalnego spinu elektronów z ruchem tych elektronów w zewnętrznym polu magnetycznym (co wynika ze związku spinu elektronu z jego własnym momentem magnetycznym). Wówczas podana korelacja sformułowana jest jako fizycznie konieczna koekstensja określonych własności. W wymienionym przykładzie predykaty X oraz G interpretowane byłyby, odpowiednio, jako własność spinu oraz własność ruchu w polu magnetycznym.

French (2014: VIII) jednak uważa, że powyższa propozycja jest nieprzekonująca, nie podając szczegółowych racji na rzecz tego poglądu. Stwierdza on jedynie, że zastosowano tutaj pewien unik w reakcji na zarzut Newmana, bez wyprowadzenia właściwych wniosków dotyczących statusu ontologicznego obiektów oraz struktury. Zarazem jednak French akceptuje, że modalna interpretacja teorii naukowych jest stosowna w ramach realistycznego podejścia do nauki oraz formułowania w tym kontekście tez metafizycznych. Interpretacja to, w jego przekonaniu, powinna dotyczyć bezpośrednio praw: „‘wbudowanie’ operatorów modalnych wydaje się właściwą drogą. Mogą one reprezentować fizyczną konieczność jako ugruntowaną, powiedzmy, w dyspozycjach, bądź jako wewnętrzny aspekt praw, co jest przede mną preferowane. W każdym razie, wydaje się to akceptowalnym sposobem reprezentowania wspomnianej konieczności, w którym nie pojawia się implikacja, że o tym, co konieczne decyduje logika, a nie nauka” (*ibid.*: 123, tł. D. Luty).

Oceniając umotywowanie OSR problemami obu wersji ESR wydaje się, że istotnie trafnie udało się wskazać w nich źródła zarzutu Newmana oraz zarzutu dotyczącego pary natura–struktura oraz nakierować na pogląd, w którym (odpowiednio rozumiane) pojęcie

struktury zachowuje swój wyróżniony status. Odpowiedzi te niosą za sobą przyjmowane przez zwolenników OSR pewne określone założenia epistemologiczne oraz założenia dotyczące pojęć obiektu i struktury. Omówienie tych założeń i ich ocena wymaga jednak bardziej szczegółowych analiz i rekonstrukcji, którą rozpocznę w następnym rozdziale od założeń epistemologicznych.

1.6. Podsumowanie rozdziału

Starłem się wykazać w kontekście omówienia motywacji wynikającej z historii filozofii, że współczesne realizmy strukturalne są stanowiskami swoistymi, o których nie należy stwierdzać, że należą do tej samej tradycji intelektualnej, co poglądy Poincarégo, Cassirera, Weyla i Eddingtona. Ten wniosek pociąga za sobą przekonanie, że obrona nastawienia realistycznego oraz określonych tez metafizycznych w ramach ESR i OSR nie powinna bezpośrednio czerpać z wymienionych myślicieli. Jest to o tyle istotne, że, jak sygnalizowałem, jednym ze sposobów obrony OSR przed zarzutem o „interpretacyjną niepełność” (dotyczącym braku satysfakcjonującego ujęcia fizyki czasoprzestrzeni) jest bezpośrednio odwołanie się, przykładowo, do Eddingtona, co nie wydaje się słuszne. Stąd motywację historyczną uznałem za niewystarczająco przekonującą.

Z kolei motywację wynikającą z problemów obu wersji ESR uznałem za trafną. Konsekwencje ustaleń w tym kontekście przenoszą się zarówno na założenia epistemologiczne OSR, jak i na tezę metafizyczną tego stanowiska, zgodnie z którą to, co istnieje fundamentalnie to (bezobiektowa) struktura modalna, której aspektami są modalnie zinterpretowane prawa i symetrie. Eliminacja obiektów oraz wyróżnienie struktury teoriogrupowej, związane z odpowiedziami na problemy ESR1 i ESR2, uzupełnione są w OSR niezależną argumentacją formułowaną na podstawie fizyki fundamentalnej, głównie QM, prowadzącą do stwierdzenia, w jaki sposób obiekty fizyki fundamentalnej są eliminowane ze względu na symetrie występujące w tych teoriach. Cztery kluczowe komponenty OSR – pojęcia obiektu, struktury, modalności i praw – poddaję analizie, krytyce i interpretacji w rozdziale następnym.

Rozdział 2

Założenia epistemologiczne ontycznego realizmu strukturalnego

Przywołana w podrozdziale 1.2 ogólna charakterystyka OSR ma uproszczony charakter. Tymczasem nie istnieje właściwie jedna wersja tego stanowiska. Zasadnicze warianty omawianego stanowiska to: i) OSR eliminacyjny Frencha, który oznaczam jako EOSR1 (French 2019); ii) OSR eliminacyjny Jamesa Ladymana (i jego współpracowników), który oznaczam jako EOSR2 (Ladyman, Ross 2007, Ladyman 2019); iii) OSR umiarkowany (Esfeld, Lam 2008, 2010, 2012). Ostatnia wersja różni się dość znacząco od wersji pozostałych i oznacza się ją jako MOSR (*moderate ontic structural realism*). Formuluje się ją bezpośrednio z myślą o OTW, stąd też analizuję ją bardziej szczegółowo dopiero w rozdziale 7.2. w ramach rozważań dotyczących strukturalizmu ściśle czasoprzestrzennego. W tym oraz kolejnym rozdziale skupię się na stanowiskach EOSR1 i EOSR2. Istnieje między nimi kilka bardzo istotnych różnic, dlatego zdecydowałem się je od siebie rozdzielić, mimo, że pierwotnie French i Ladyman wspólnie rozwijali stanowisko EOSR (French, Ladyman 2003).

EOSR jest, w moim przekonaniu, stanowiskiem, którego najważniejszymi częściami są sformułowane w nim określone tezy metafizyczne dotyczące bytów postulowanych przez fundamentalne teorie fizyczne. Nie można jednak pominąć, że w EOSR występują również rozstrzygnięcia dotyczące tego, w jaki sposób teorie naukowe reprezentują (strukturalną) rzeczywistość (Ladyman 2004; French, Ladyman 1999; Bueno, French, Ladyman 2002; da Costa, French 2000; French 2010a; Bueno, French 2011). Są one istotne z tego względu, że to z nimi związane jest rozwiązanie problemów związanych z ESR. W obu wersjach EOSR akceptuje się tezę głoszącą, że semantyczne podejście do teorii naukowych jest poprawne oraz stosowne do opisu stabilności nauki na poziomie teoretycznym, jednakże szczegółowe ustalenia w kontekście tego zagadnienia są inne w obu wariantach omawianego stanowiska. Omówienie EOSR1 i EOSR2 zacznę właśnie od wymienionej tezy ponieważ bezpośrednio łączy się ona z epistemologiczną kwestią realistycznego nastawienia w ramach sporu o status poznawczy teorii. Celem tego rozdziału jest uzasadnienie przekonania, że założenia o reprezentacji występujące w EOSR1 i EOSR2 są kontrowersyjne, w związku z czym

stanowiska te są interesujące przede wszystkim ze względu na ich tezy metafizyczne. Nie oznacza to, że jakiegokolwiek założenia epistemologiczne są tutaj zbędne. Preferowane przeze mnie podejście związane będzie jednak z wersją realizmu wewnętrznego.

2.1. Założenia epistemologiczne pierwszej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego

Zarówno w EOSR1, jak i EOSR2 podstawowym założeniem metodologicznym oraz epistemologicznym jest akceptacja semantycznego podejścia do teorii naukowych (zob. French, Ladyman 2003: 33; French 2000):

(...) interpretowanie struktury teorii przy pomocy zdania Ramsey'a nie może być odpowiednie dla realizmu strukturalnego. Omówienie to domyślnie zakładało „syntaktyczną” czy „ogólnie przyjętą” koncepcję teorii. Szczególnie odpowiednie dla realizmu strukturalnego jest natomiast alternatywne „semantyczne” czy „teoriomodelowe” podejście do teorii. Jest tak, ponieważ podejście semantyczne samo w sobie kładzie nacisk na *struktury*. Znaczy to, że zgodnie z tym podejściem o teoriach należy myśleć jako o prezentujących struktury czy modele, które można wykorzystać do reprezentowania układów fizycznych, a nie jako o częściowo zinterpretowanych systemach aksjomatycznych. Teorie nie są zbiorami zdań w sensie logicznym czy twierdzeń, lecz są „bytami pozajęzykowymi” które można opisać czy scharakteryzować przy pomocy wielu różnych formuł językowych” (Ladyman 2018: 209, tł. R. Rydz, zmodyf.).

W EOSR1 zakłada się taką wersję tegoż podejścia, w której głosi się, że adekwatna analiza i rekonstrukcja teorii naukowych powinna być oparta o koncepcje struktury częściowej, *quasi-prawdziwości* oraz izomorfizmów częściowych. Skróceniowo można mówić w tym przypadku o „koncepcji struktur częściowych” (French 2014: 102; 2018: 4). Jest to szczególna postać podejścia semantycznego, omówienie jej zacznę zatem od opisu jego bardziej standardowej wersji.

2.1.1. Semantyczne podejście do teorii naukowych

Jak już sygnalizowałem w poprzednim rozdziale, najogólniej na gruncie podejścia semantycznego teorie naukowe charakteryzuje się poprzez wskazanie tworzących je *klas modeli* (van Fraassen 1989: 222; Krause, Arenhart, Moraes 2011: 364; Zeidler 2013: 46). W tym sensie odrzuca się analizy struktury teorii naukowych w ramach podejścia syntaktycznego (zdaniowego). Upraszczając, rekonstrukcja struktury teorii naukowych

w ramach podejścia syntaktycznego opiera się na analizie realizowanej przy pomocy narzędzi logicznych, w związku z czym rekonstrukcja ta przyjmuje postać zbioru zdań (Losee 2001: 216; Winther 2015). Celem głównym jest przedstawienie teorii jako częściowo zinterpretowanego, zaksjomatyzowanego (gdzie aksjomaty są zdaniami teoretycznymi) systemu dedukcyjnego domkniętego ze względu na operację konsekwencji logicznej (zob. Reichenbach 1969; Feigl 1970). Podejście zdaniowe było częścią logicznego pozytywizmu i ewoluowało wraz z tym nurtem intelektualnym. Ze względu na podane wyżej cele jako najważniejszy przykład ujęcia teorii z perspektywy podejścia syntaktycznego wskazuje się tak zwane kanoniczne sformułowanie teorii empirycznych zaproponowane przez Rudolfa Carnapa (1956, zob. Hempel 1952; 1970; Carnap 1966; Suppe 1977: 60; Puntel 2008: 122–123; Zeidler 2013: 17; Halvorson 2016: 586). Przytaczam je w następującej postaci:

- (1) L jest językiem pierwszego rzędu z identycznością oraz K jest rachunkiem zdefiniowanym dla L .
- (2) Pozallogiczne terminy L mogą być podzielone na dwa rozłączne zbiory, z których jeden zawiera terminy obserwacyjne, V_O , drugi zaś terminy teoretyczne, V_T .
- (3) Istnieją dwa podjęzyki L i odpowiadające im ograniczenia K takie, że jeden podjęzyk nie zawiera terminów V_T (L_O), a drugi żadnych terminów V_O (L_T). Te dwa języki nie tworzą razem L , ponieważ L zawiera również *zдания mieszane*.
- (4) Dla języka obserwacyjnego dana jest interpretacja w dziedzinie konkretnych obserwowalnych bytów, procesów i zdarzeń oraz ich obserwowalnych własności. „Interpretacja” języka L (...) jest metajęzykowym przypisaniem odniesienia do każdego pozallogicznego terminu L . Jeżeli aksjomaty teorii są prawdziwe przy pewnej interpretacji, wtedy jest ona modelem teorii.
- (5) Dla terminów teoretycznych L określona jest *interpretacja częściowa* poprzez dwa rodzaje postulatów:
 - (a) *postulaty teoretyczne*, które definiują wewnętrzne relacje między terminami V_T i które nie uwzględniają terminów V_O ; oraz
 - (b) *reguły korespondencyjne czy zasady pomostowe*, które uwzględniają *zдания mieszane* wiążą terminy V_T oraz V_O (te postulaty znane są również jako „słowniki”, „definicje operacyjne”, „definicje koordynacyjne”, i tak dalej, w zależności od autora, lecz wszystkie te wyrażenia odnoszą się do zbioru zasad, które łączą terminy teoretyczne z obserwowalnymi stanami rzeczy) (Ladyman *et al.* 2007: 112, tł. D. Luty).

W przeciwieństwie do podejścia semantycznego, w podejściu syntaktycznym modelom teoretycznym nie przypisuje się istotnego statusu (Bailer–Jones 1999: 25). Traktuje się je tylko jako narzędzia dydaktyczne czy heurystyczne (Carnap 1974: 68).

Problemy podejścia zdaniowego są dobrze znane. Przykładowo, podział na terminy teoretyczne i obserwacyjne nie daje się utrzymać (Quine 2000); reguły korespondencji

(w różnych wersjach) zawodzą, gdy idzie o redukcję międzyteoretyczną, zwłaszcza w przypadku redukcji teorii biologicznych do teorii fizycznych (zob. Bechtel 2010; Brigandt, Love 2017); zdaniowy charakter rekonstrukcji teorii, w tym aksjomatów, sprawia, że w przypadku formułowania tej samej teorii na różne (językowe) sposoby należy twierdzić, że za każdym razem uzyskuje się teorię odmienną (Suppe 1989: 3). Między innymi ze względu na te kwestie, podejście syntaktyczne traktowane jest jako nieadekwatne w odniesieniu do faktycznie wykorzystywanych przez naukowców teorii naukowych.

Powstało kilka stanowisk w ramach semantycznego podejścia do teorii naukowych (Suppes 1957; 1962; 2002; Przełęcki 1969, 1993; Wójcicki 1974; Stegmüller 1976; Sneed 1979; Suppe 1989; van Fraassen 1980; 1989; Giere 2004). Ze względu na podstawy koncepcji struktur częściowych istotne jest przede wszystkim stanowisko Patricka Suppesa (da Costa, French 2003: 23). Streszczę zatem tylko jego poglądy. W stanowisku Suppesa akceptuje się, że celem semantycznego podejścia do teorii naukowych ma być ich poprawna aksjomatyzacja, lecz w odróżnieniu od podejścia zdaniowego realizowane jest to za pomocą tak zwanego predykatu teoriomnogościowego:

Sedno procedury aksjomatyzacji teorii w ramach teorii mnogości może być opisane bardzo zwięźle: aksjomatyzacja teorii to zdefiniowanie predykatu w terminach pojęć teorii mnogości. Zdefiniowany w ten sposób predykat nazywany jest predykatem teoriomnogościowym. (...) Nie podamy ostrej definicji predykatu teoriomnogościowego (...), przyjmujemy, że teoriomnogościowa koncepcja, w ramach której działamy, zawiera nie tylko ogólną teorię mnogości, (...), lecz również cały aparat klasycznej matematyki, to jest liczby rzeczywiste, ich funkcje, pochodne i całki tych funkcji, i tym podobne (Suppes 1957: 249, tł. D. Luty).

Suppes nigdy później precyzyjnie nie zdefiniował odnośnego predykatu (zob. da Costa, Chuaqui 1988: 96), poprzestając na jego ogólnej charakterystyce, podał on jednak konkretne przykłady (często przywoływany jest przez niego predykat „bycia grupą” w kontekście aksjomatyzacji teorii grup). Przedstawił on również przykłady aksjomatyzacji poszczególnych teorii fizycznych, np. mechaniki klasycznej, prezentując aksjomaty tejsze teorii poprzez zastosowanie stosownych predykatów teoriomnogościowych (Suppes 1957: 291). W tym kontekście stwierdza on, że modelem teorii jest „byt, który spełnia predykat” (*ibid.*: 253), nieco dokładniej odnosząc się do pojęcia modelu w innym miejscu: „mówiąc z grubsza, model teorii może być zdefiniowany jako możliwa realizacja, w której wszystkie poprawne zdania teorii są spełnione; możliwa realizacja teorii jest bytem o odpowiedniej teoriomnogościowej strukturze” (Suppes 1962: 252, tł. D. Luty). Bardziej szczegółowo, pojęcie możliwej realizacji Suppes (2002: 26) przedstawia w kontekście pewnej przykładowej i uproszczonej teorii pomiaru

\mathfrak{D} , której język składa się z tylko jednej stałej pozallogicznej będącej symbolem relacyjnym \succcurlyeq oraz ze zmiennych x, y, z, \dots . Formuły atomowe tworzone są, w kontekście przykładu Suppesa, wyłącznie z wymienionych symboli (*ibid.*: 25). Możliwą realizacją teorii \mathfrak{D} jest struktura teoriomnogościowa $\mathfrak{U} = (A, \succcurlyeq)$, gdzie A jest niepustym zbiorem, zaś \succcurlyeq binarną relacją określoną na A , i jeżeli aksjomaty²¹ \mathfrak{D} są prawdziwe w sensie Tarskiego w \mathfrak{U} , to \mathfrak{U} jest modelem \mathfrak{D} (zob. Tarski 1935; 1953; 1994).

Zasadniczy pogląd Suppesa na temat związku modeli teoretycznych ze światem fizycznym można przedstawić w kontekście jego stanowiska dotyczącego związku między modelami fizycznymi a modelami teoriomnogościowymi:

Jest prawdą, że wielu fizyków chce myśleć o modelu atomu Bohra jako o czymś więcej niż określony rodzaj bytu teoriomnogościowego. Ujmują go jako bardzo konkretną fizyczną rzecz, zbudowaną na analogii do układu słonecznego. Myślę, że należy wskazać, że tak naprawdę nie ma rzeczywistej niekompatybilności między tymi dwoma poglądami. Aby zdefiniować model formalnie jako byt teoriomnogościowy, który jest określonym rodzajem uporządkowanej dwójki składającej się ze zbioru obiektów, relacji oraz operacji na tych obiektach, nie trzeba pozbywać się rodzaju modelu fizycznego przemawiającego do fizyków. Model fizyczny może być po prostu potraktowany jako to, co definiuje zbiór obiektów w modelu teoriomnogościowym (*ibid.*: 21, tł. D. Luty).

W tym sensie można stwierdzić, że ze względu na kontekst badawczy (dziedzinę zamierzoną teorii) i reprezentowany układ, zbiór elementów teoriomnogościowej struktury modelu *utożsamiany* jest z empirycznie oraz teoretycznie istotnymi rodzajami bytów postulowanych przez daną teorię. Dokładniej pogląd ten Suppes rozwija w oparciu o hierarchiczny podział typów modeli (Suppes 1962: 259; 2002: 22). Podział ten można przedstawić następująco, w sposób uproszczony oraz z pewnymi stylistycznymi modyfikacjami (Winther 2015):

Poziom 1	Aksjomaty teorii
Poziom 2	Modele teoretyczne
Poziom 3	Modele eksperymentalne
Poziom 4	Modele danych.

²¹ Suppes dla omawianego przez siebie przykładu formuluje tylko dwa aksjomaty będące formułami utworzonymi ze stałej pozallogicznej i zmiennych: (1) $(\forall x)(\forall y)(\forall z)(x \succcurlyeq y \wedge y \succcurlyeq z \rightarrow x \succcurlyeq z)$; (2) $(\forall x)(\forall y)(x \succcurlyeq y \vee y \succcurlyeq x)$.

Poziom 1 został przedstawiony przeze mnie powyżej i w kontekście hierarchii modeli jest wymieniany dlatego, że aksjomaty określają zbiór możliwych modeli danej teorii. O poziomie 2 („modele teoretyczne”) Suppes pisze tak:

Być może najlepsza i najsilniejsza charakterystyka modeli teorii jest wyrażona w terminach znaczącego twierdzenia reprezentacyjnego. (...) Przez *twierdzenie reprezentacyjne* rozumie się co następuje. Określona klasa modeli teorii, wyróżniana z pewnego intuicyjnie jasnego, konceptualnego powodu, egzemplifikuje pod izomorfizmem każdy model teorii. Dokładniej, niech \mathfrak{M} będzie zbiorem wszystkich modeli teorii, oraz niech \mathfrak{B} będzie wyróżnionym podzbiorem \mathfrak{M} . Twierdzenie reprezentacyjne dla \mathfrak{M} ze względu na \mathfrak{B} zawierałoby założenie, że dla dowolnego modelu M w \mathfrak{M} istnieje model w \mathfrak{B} izomorficzny z M . Innymi słowy, z perspektywy teorii każdy dowolny wariant modelu jest egzemplifikowany w ramach ograniczonego zbioru \mathfrak{B} . Powinno być jasne, że trywialne twierdzenie reprezentacyjne można udowodnić zawsze przy przyjęciu, że $\mathfrak{B} = \mathfrak{M}$. Twierdzenie reprezentacyjne jest interesujące w tym samym stopniu co intuicyjne znaczenie klasy modeli \mathfrak{B} , i nic więcej. Przykładem prostego i pięknego twierdzenia reprezentacyjnego jest twierdzenie Cayley’a, zgodnie z którym każda grupa jest izomorficzna z grupą transformacji (Suppes 2002: 57, tł. D. Luty).

W odniesieniu do poziomu 3 Suppes stwierdza, że modele eksperymentalne są formułowane jako możliwe realizacje teorii wyższego poziomu. Skupiając się na tych modelach, można o danej teorii mówić, że jest „teorią eksperymentu” (Suppes 1962: 255). Pomijając szczegóły dotyczące przykładów rozpatrywanych przez Suppesa teorii i uwzględnienia w niej skinnerowskiej teorii wzmocnień, można stwierdzić, że modele eksperymentalne mają strukturę $\mathcal{y} = (Y, P)$ posiadają następujący sens. Y stanowi pewien skończony zbiór składający się ze wszystkich możliwych sekwencji utworzonych z terminów odnoszących się do badanego układu czy sytuacji eksperymentalnej, natomiast P jest funkcją miary prawdopodobieństwa dla wszystkich podzbiorów Y . Na poziomie 4 („modele danych”) zjawiska istotne w kontekście rozważanego układu porządkowane są ze względu na statystyczną zgodność z podzbiorem modeli eksperymentalnych, związaną z przewidywaniami wartości wybranych parametrów (zob. *ibid.* 256–257; Winther 2015).

2.1.2. Struktury częściowe

Inspirowana poglądami Suppesa koncepcja struktur częściowych wykorzystywana jest w ramach EOSR1 do dwóch celów: opisu związku między typami modeli oraz opisu ciągłości teoretycznej. Cel związany z poprawną aksjomatyzacją teorii nie jest w tym kontekście realizowany (da Costa, French 2003: 28, 187). W omawianej koncepcji w pełni akceptuje się,

że struktura modeli jest teoriomnogościowa, lecz nie obejmuje to szczegółowych rozstrzygnięć Suppesa dotyczących typów modeli, choć sam podział na dwie zasadnicze grupy modeli – empiryczne i teoretyczne – jest akceptowany (Bueno, French, Ladyman 2002: 499–500). Relacje między modelami analizowane są przy pomocy izomorfizmów częściowych. Wykorzystywane narzędzia teoriomodelowe są w ramach koncepcji struktur częściowych modyfikowane (French 2014: 138). Przykładowo, pojęcie prawdy zostaje zastąpione pojęciem *quasi-prawdy*.

Pojęcie struktury częściowej jest pierwszym z trzech głównych pojęć omawianej koncepcji. Przez strukturę częściową A („strukturę pragmatyczną prostą”) rozumie się trójkę (da Costa, French 2003: 18–19):

$$A = \langle A, R_k, P \rangle_{k \in K}, \quad (15)$$

gdzie A jest niepustym zbiorem, oznaczającym dziedzinę przedmiotową danej teorii, $R_k, k \in K$ jest zbiorem relacji częściowych określonych na elementach A , zaś K jest zbiorem indeksów. R_k są charakteryzowane jako „częściowe”, ponieważ dopuszcza się, że istnieją pewne R_k , które nie muszą być określone na żadnym elemencie z A . Dokładniej relacja częściowa R jest analizowana jako uporządkowana trójka $\langle R_1, R_2, R_3 \rangle$ taka, że R_1 jest niepustym zbiorem, dla którego spełniona jest relacja R , R_2 jest niepustym zbiorem, który nie spełnia R , natomiast R_3 jest niepustym zbiorem, dla którego jest nieokreślone, czy spełnia R (Bueno 1997: 585–586). Wykorzystanie struktur częściowych do charakterystyki modeli teoretycznych i dalej do opisanego związku między typami modeli przy pomocy relacji częściowych związane jest z ustaleniami o pragmatycznej naturze (da Costa, French: 11; Bueno, French, Ladyman: 501). Tak rozumiane modele mają bowiem dopuszczać niezupełność informacji i dany kontekst – zarówno teoretyczny jak i praktyczny: „To co mamy, gdy porównujemy odmienne modele pod kątem ich podobieństwa, jest przekrojem czasowym procesu heurystycznego: rodzina relacji rzutowana na nową dziedzinę tworzy podstawę częściowego izomorfizmu formalnie zachodzącego dla rozpatrywanych modeli. I natura tego zbioru – *jakie* relacje rzutować – jest zarysowane przez (...) kryteria heurystyczne” (French 1997: 51).

P jest zbiorem zdań pewnego języka L , który jest interpretowany w A . Związane to jest z drugim głównym pojęciem koncepcji struktury częściowej – *quasi-prawdy*. Niech B oznacza pewną strukturę całkowitą, tj. taką, w której na wszystkich elementach określone są relacje. Niech P będzie pewnym zbiorem zdań zaakceptowanych ze względu na ich informacyjną istotność w kontekście danej teorii. Niech B będzie A -normalna, gdy: i) relacje w B stanowią rozszerzenie relacji częściowych w A do relacji całkowitych (zbiór R_3 jest w tym

przypadku pusty); ii) jeśli istnieje pewne c , które jest stałą indywidualową, to interpretowane jest jako ten sam element dla A i B ; iii) jeśli zdanie s zawiera się w P , to B pociąga logicznie s . Wówczas s jest *quasi-prawdziwe* w strukturze częściowej A , która częściowo reprezentuje strukturę B . Zdanie prawdziwe (w korespondencyjnym sensie) jest również *quasi-prawdziwe*, lecz nie odwrotnie. Zdanie, które nie jest *quasi-prawdziwe*, jest *quasi-fałszywe* (zob. Bueno 1997: 592).

Pojęcie izomorfizmów częściowych, dodatkowo umotywowane jest polemiką z van Fraassenem odnośnie do statusu izomorfizmów w analizach związku między modelami a światem. Formułowane są wątpliwości wobec pojęcia „empirycznej adekwatności” (przytoczonego przeze mnie w podrozdziale 1.5.1):

Pojęcie to może być krytykowane dlatego, że jest zarówno zbyt wąskie, jak i szerokie. Jest ono zbyt szerokie, ponieważ dla dwóch struktur z tą samą kardynalnością, *zawsze* istnieją izomorfizmy między nimi. Problem zatem sprowadza się do eliminacji tych struktur, które nie są interesujące. Z drugiej strony, pojęcie to jest zbyt wąskie, ponieważ zaszły przypadki w historii nauki, gdzie teorie naukowe traktowano jako empirycznie adekwatne pomimo faktu, że nie było żadnego izomorfizmu między wyglądami i empirycznymi podstrukturami tychże teorii (Bueno, French, Ladyman 2002: 500, tł. D. Luty; zob. Suárez 1999).

Izomorfizm częściowy definiuje się już w odniesieniu do modeli teorii (P są zatem pomijane w charakterystyce struktury samych modeli danej teorii T). Czyni się to następująco. Funkcja $f: D \rightarrow D'$ jest izomorfizmem częściowym dla modeli D o strukturach częściowych $A = \langle A, R_k \rangle_{k \in K}$ i $A' = \langle A', R'_k \rangle_{k \in K}$ wtedy, gdy: a) f jest bijekcją; b) $\forall x \forall y (x, y \in D)$, $R_{k_1}xy \leftrightarrow R'_{k_1}f(x)f(y)$, oraz $R_{k_2}xy \leftrightarrow R'_{k_2}f(x)f(y)$. Jeśli $R_{k_3} = R'_{k_3} = \emptyset$, to uzyskujemy zwykły izomorfizm (Bueno 1997: 596). Zwolennicy EOSR uważają, że „izomorfizm częściowy wyraża związki między, z jednej strony, (‘niezupełną’) informacją jaką mamy na poziomie empirycznym oraz, z drugiej strony, sposobem reprezentowania zjawisk przy pomocy naszych modeli teoretycznych. Należy zauważyć, że izomorfizm częściowy zostawia otwarte te relacje R_3 co do których nie mamy wystarczającej informacji. Sugeruje to ważną linię dalszych badań (w oczywisty sposób można tutaj zastosować strategie heurystyczne)” (Bueno, French, Ladyman 2002: 502, tł. D. Luty). Izomorfizmy częściowe rozumiane są jako narzędzie służące do wyrażenia podobieństwa czy analogii między modelami (da Costa, French 2003: 49–50). W tym sensie należy stwierdzić, że omawiana koncepcja ma charakter hybrydowy – łączy teoriomodelowo zorientowane podejście semantyczne ze stanowiskiem, zgodnie z którym modele danych i modele eksperymentalne są autonomiczne względem teorii i są wytworami o różnym charakterze, nie tylko teoriomodelowym i teoriomnogościowym

(Cartwright 1999, Morgan 1999, Frigg 2012). Związek typów modeli dotyczących zjawisk z modelami teoretycznymi *via* izomorfizmy częściowe sprawia, że zakłada się niezbywalność założeń teoretycznych w modelowaniu zjawisk z zakresu dziedziny przedmiotowej danej teorii, jednakże teoria jednoznacznie, w ramach omawianego ujęcia, nie wyznacza swoich modeli. Potrzebne są również rozstrzygnięcia o charakterze heurystycznym i pragmatycznym. Jako przykład słuszności podejścia opartego na koncepcji struktur częściowych²² zwolennicy EOSR1 przytaczają (Bueno, French 2011: 862–863) opis zjawiska nadprzewodnictwa zaproponowany przez braci Londonów (London, London 1935).

2.1.3. Ciągłość teoretyczna a struktury częściowe

W jaki sposób koncepcja struktur częściowych odnoszona jest do zagadnienia ciągłości teoretycznej w nauce? Po pierwsze, pojęcie *quasi*-prawdy interpretowane jest jako wersja pojęcia prawdy aproksymacyjnej (da Costa, French 2003: 161), które istotnie w literaturze dotyczącej realizmu teoriopoznawczego charakteryzowane jest intuicyjnie i nieformalnie: „Ponieważ *quasi*-prawda jest pojęciem kontekstualnym, zrelatywizowanym do danej struktury częściowej, spodziewamy się sukcesu z włączeniem kontekstualności w nasze podejście. Ponadto, (...) rozmyte pojęcie ‘podobieństwa’, wprowadzone przez Giere’a, może być uchwycone bardziej rygorystycznie poprzez częściowe izomorfizmy zachodzące między strukturami częściowymi” (*ibid.*, tł. D. Luty). Takie podejście daje niestandardowe stanowisko realistyczne – przywoływani autorzy nazywają to „pragmatycznym realizmem” (*ibid.*: 185), twierdzą oni jednak, że za tego typu nastawieniem nie idą dokładne rozstrzygnięcia, jak powinien być scharakteryzowany świat opisywany przez teorie naukowe – do tego potrzebna jest niezależna teza i argumentacja (*ibid.*: 186).

Po drugie, twierdzi się, że „struktury częściowe mogą uchwycić dokładnie ten element ciągłości zmian teoretycznych, który jest podkreślany przez realistę strukturalnego. W szczególności koncepcja ta oferuje możliwość uwzględnienia przykładów takiej ciągłości, które były scharakteryzowane jako ‘przybliżone’ czy częściowe” (da Costa, French 2003: 187). Twierdzi się w EOSR, że przy pomocy koncepcji struktur częściowych daje się uchwycić bogatszą strukturalną treść teoretyczną niż w przypadku ESR, gdzie ta treść w kontekście

²² Analizę związku między typami modeli przy pomocy koncepcji struktur częściowych można również znaleźć w Bueno (1997: 599), jednakże wyłącznie w kontekście empirystycznym.

problemu ciągłości wyrażona była albo przez równania matematyczne teorii albo przez jej zdanie Ramsey’ a (French 2014: 18). Od razu wszakże należy nadmienić, że zwolennicy EOSR1 nie przeprowadzili analizy standardowych przykładów zmiany teoretycznej, jak choćby omawiane przeze mnie w poprzednim rozdziale przejście od teorii Fresnela do teorii Maxwella czy wspomniane przejście od newtonowskiej teorii grawitacji do OTW.

Dokładniej, charakterystykę ciągłości teoretycznej w ramach EOSR1 przedstawia się następująco. Przede wszystkim, w kontekście akceptacji pojęcia *quasi*-prawdziwości, przyjmuje się za Postem (1971) tak zwaną „ogólną zasadę korespondencji” (*general correspondence principle*), zgodnie z którą „żadna teoria, która kiedykolwiek adekwatnie ‘pracowała’, nie okazała się być ślepą uliczką. Skoro teoria okazała się być skuteczna pod pewnym względami, (...) to nigdy nie zostanie ona w pełni zarzucona” (*ibid.*: 237). Ta zasada ma jednoznacznie pragmatyczny charakter i pozwala na uzasadnienie, dlaczego mimo odrzucenia mechaniki newtonowskiej traktowanej jako fundamentalny i prawdziwy opis rzeczywistości fizycznej, teoria ta w określonych kontekstach nadal jest stosowana (da Costa, French 2003: 81). W rezultacie twierdzi się, że teoria T_2 zastępująca teorię T_1 musi (częściowo) redukować się w danej dziedzinie przedmiotowej do teorii T_1 , jeżeli T_1 empirycznie skutecznie modelowała część rozważanej dziedziny (*ibid.*: 82). Zwolennicy EOSR1 traktują w związku z tym ogólną zasadę korespondencji jako (niearbitralną) heurystykę kierującą rozwojem poznania naukowego. Obok tej zasady wymieniają oni również postulaty prostoty, a także zachowania dobrze potwierdzonych uniwersalnych zasad niezmienniczości (*ibid.*: 116). W kontekście tych heurystyk stwierdza się, że:

(...) z perspektywy struktur częściowych proces tworzenia teorii może być ujmowany jako proces definiowania i redefiniowania związków między stosownym zbiorem elementów, czy to genów, cząstek elementarnych, czy czegośkolwiek. W początkowych stadiach pewien podzbiór R_i będzie przedstawiony zgodnie z (...) kryteriami heurystycznymi (...). Być może najważniejsze z nich dotyczy ogólnej zasady korespondencji, o której można stwierdzić, że wyraża ideę, iż wskazany podzbiór, bądź jego części, zostaną przekazane następczce (następczkom) danej teorii. Trzymanie się dobrze potwierdzonych symetrii i zasad niezmienniczości dalej ograniczy ten zbiór relacji, jak i spowoduje dalsze zmniejszenie elementu częściowości i stąd otwartości. W każdym razie, obiektywne własności modeli są ważne, zgodnie z wyrażeniem ich w terminach relacyjnej struktury. Stąd, chociaż logicznie przestrzeń możliwości może być nieskończenie duża, w praktyce jest ona poważnie ograniczona ze względu na strukturę heurystyczną (*ibid.*: 122, tł. D. Luty).

W powyższym ujęciu nacisk kładzie się na pragmatyczne aspekty sposobów konstytuowania ciągłości w nauce. Ponieważ jednak hybrydowy pogląd dotyczący ciągłości, uznawany przez zwolenników EOSR1, zawiera komponent realistyczny, twierdzi się, że

związki między modelami następujących po sobie teorii nie są przypadkowe, za czym idzie przekonanie, że analiza teorii przy pomocy środków właściwych socjologii wiedzy czy z perspektywy relatywizmu poznawczego nie mogą mieć fundamentalnego charakteru. Stąd związki między teoriami i modelami podlegają rekonstrukcji w terminach izomorfizmów częściowych - związki te mają charakter nieprzypadkowego podobieństwa i analogii. Twierdzi się w tym kontekście, że części modeli, które okazały się empirycznie skuteczne, będą odwzorowywane na modele teorii nowszych oraz lepszych (*ibid.*: 125).

W świetle wymienionych wyżej heurystyk zwolennicy EOSR1 jako to, że względu na co modele mogą być podobne (częściowo izomorficzne), co konstytuuje pozytywne analogie między modelami następujących po sobie teorii, oraz co jest naukowo istotne na poziomie teoretycznym, wskazują wyrażone teoriogrupowo zasady niezmienniczości (*ibid.*: 124). Jako przykład podaje się tutaj związek między kwantową teorią pola (*quantum field theory*, dalej: QFT) oraz elektrodynamiką kwantową (*quantum electrodynamics*, dalej: QED). Twierdzi się w tym przypadku, że ciągłość teoretyczna między modelami tych dwóch teorii konstytuowana jest przez (stosowaną heurystycznie ze względu na potwierdzoną skuteczność w ramach praktyki badawczej) zasadę niezmienniczości, jaką jest symetria cechowania grup transformacji danej teorii. Przykład związany z przejściem od QFT do QED analizowany jest przez Frencha i da Costę z perspektywy przede wszystkim historycznej, bez przedstawiania szczegółów technicznych odnośnie do stosowanych w tych teoriach formalizmów (*ibid.*: 120–121). Podsumowuje się to następująco: „właśnie w terminach korespondencji między określonymi elementami R_i , które odnoszą się do związków między cząstkami wyrażonymi przez stosowny lagranżjan, można mówić że teorie są podobne ze względu na niezmienniczość pod cechowaniem. R_i mogą odnosić się w ten sposób nie tylko do związków ‘fizycznych’, ale również do matematycznych. Stąd fundamentalna rola teorii grup może być, zarówno heurystycznie jak i formalnie, włączona w omawiane podejście: teoriogrupowe podobieństwa między, powiedzmy, $U(1)$ oraz $SU(2)$, ustanawiają heurystycznie pomost między dziedzinami, natomiast izomorfizmy częściowe czynią to formalnie między modelami” (*ibid.*: 123–124).

Rekapitulując: obraz teoretycznej zmiany oraz ciągłości, jaki jest zawarty w ramach założeń epistemologicznych EOSR1, jest następujący. To, co jest zachowywane w toku rozwoju nauki i zmian teoretycznych zawarte jest w strukturalnej treści teorii (tworzących ją modeli), podlegającej reprezentacji przy pomocy struktur częściowych. Strukturalna zawartość nie jest rozumiana jako wyłącznie (niezinterpretowane, bądź zinterpretowane częściowo) równania matematyczne, ale również jako dane w określonej zmatematyzowanej teorii przyrodniczej *wielkości niezmiennicze*, reprezentowane za pomocą teorii grup. Ze względu na

niezupełność struktur częściowych, definiowalna jest w ich kontekście jedynie *quasi*-prawda, będąca pojęciem mocno nacechowanym pragmatycznie. *Quasi*-prawda interpretowana jest jako wersja pojęcia aproksymacyjnej prawdziwości. Twierdzi się, że jeżeli dany model wcześniejszej, lecz odrzuconej teorii był *quasi*-prawdziwy, będzie on *quasi*-prawdziwy zawsze. Zasady niezmienniczości są w EOSR1 wyróżnione jako te, które uchwytyją aspekty obiektywnego świata i w związku z tym głosi się, że są one preferowane heurystycznie w ramach rozwoju nauki. Ze względu na pragmatyczne pojęcia *quasi*-prawdy oraz heurystyk, porównywanie dwóch teorii, zastępowanej i zastępującej, realizowane jest poprzez ich podobieństwo. Pojęcie podobieństwa analizowane jest w EOSR1 w terminach izomorfizmów częściowych.

Wyróżnienie koncepcji struktur częściowych niesie ze sobą określone rozstrzygnięcia dotyczące jej statusu pośród innych sposobów reprezentowania. W ramach EOSR1 wskazuje się na trzy poziomy w kontekście zagadnienia reprezentacji: „Istnieje *świat-jako-struktura*, by tak to określić; jest *matematyczna struktura* wykorzystana w naszych teoriach przy pomocy której reprezentujemy *świat-jako-strukturę*; wreszcie są *struktury częściowe*, których na ‘metapoziomie’ filozofii nauki (czy ogólniej, filozoficznej refleksji nad naszymi matematycznymi i naukowymi praktykami) używamy do reprezentowania tych teorii” (French 2019: 5, tł. D. Luty). W odniesieniu do dwóch ostatnich poziomów stosuje się w tym kontekście parę pojęciową „prezentacja”–„reprezentacja” (French 2014: 101). Na poziomie prezentacji wykorzystywane są dostępne w danym kontekście badawczym narzędzia formalne, efektywne w ramach praktyki naukowej, przy czym w EOSR1 wyróżnia się teorię grup. Przykładem „metapoziomowej” koncepcji używanej na poziomie reprezentacji jest właśnie koncepcja struktur częściowych:

(...) na poziomie praktyki naukowej teoria grup została wprowadzona i wykorzystana po to, aby reprezentować obiekty, ich własności oraz szczególnie ważne związki między tymi własnościami. Jest to sposób, za pomocą którego obiekty są prezentowane na tym poziomie. Na poziomie filozofii nauki istnieje różnorodność sposobów, w jakie możemy reprezentować zarówno tę praktykę, jak i nasze strukturalistyczne założenia. Wykorzystanie podejścia semantycznego czy struktur częściowych nie niesie za sobą przede wszystkim żadnej sugestii, że sami fizycy mieli takie podejście na myśli, kiedy stosowali dany aparat matematyczny czy kiedy łączyli ze sobą teorie w określony sposób. Nie powinno się również tego traktować tak, jak gdyby świat był, w jakimś platońskim sensie, teoriomnogościowy. Twierdzi się tutaj jedynie, że ze względu na cel stosownego przedstawienia wykorzystywanych przez fizyków sposobów reprezentowania zjawisk podejście semantyczne oferuje liczne korzyści dla filozofa nauki, a w szczególności dla strukturalisty, ponieważ podejście to „uwyrażnia” istotne struktury (French 2014: 137–138, tł. D. Luty).

Rozróżnienie na poziom prezentacji i reprezentacji jest istotny zarówno w kontekście założeń ontologicznych EOSR1, jak i omówionych przed chwilą założeń epistemologicznych. Podkreśla się bowiem, że dowolna rekonstrukcja teorii nie może prowadzić do przypisania ontologicznego statusu symbolom, wyrażeniom czy formułom użytym do opisu teorii na poziomie reprezentacji (w ramach EOSR1). Z jednej strony jest to stosunkowo oczywisty postulat niepopelniania błędu mylenia reprezentacji z tym, co reprezentowane, jednakże w kontekście EOSR1 idzie o to, że sformułowanie *ontologii* fundamentalnych teorii fizycznych nie powinno być realizowane w terminach służących do konstruowania *reprezentacji* teorii ze względu na metodologiczne czy epistemologiczne cele. Gdy reprezentacja formułowana jest za pomocą standardowej teorii mnogości to w naturalny sposób występujące w tym kontekście elementy podlegają interpretacji ontologicznej jako „obiekty”. Istotne jest, zdaniem zwolenników EOSR1, aby dokładnie odseparować analizy i rekonstrukcje teorii na „metapoziomie filozofii nauki”, dokonywane poprzez koncepcje wykorzystujące teorię mnogości, od wyrażenia ontologii teorii wymagających być może odmiennych intuicji metafizycznych. W EOSR1 preferowaną koncepcją na poziomie reprezentacji jest koncepcja struktur częściowych i jako główny powód jej wyróżnienia podaje się przekonanie o jej skuteczności w rozwiązaniu problemu ciągłości teoretycznej (*ibid.*: 104).

W kontekście ontologicznym istotny okazuje się poziom „prezentacji”, bowiem właśnie tutaj praktyka naukowa sugeruje, zdaniem zwolenników EOSR1, że ze względu na stosowanie narzędzi związanych z przekształceniami symetrycznymi pojęcie obiektu nie powinno współtworzyć poprawnych założeń ontologicznych określonych teorii. Sprowadzenie obiektów do roli narzędzi potrzebnych jedynie do zapisania odpowiednich praw i symetrii, podlegających eliminacji z ontologii, nazywane jest w omawianym kontekście *rekonceptualizacją obiektów* (*ibid.*: 44). W rezultacie strategia zwolennika EOSR1 przyjmowałaby następującą postać:

Zaczynamy od praw i zasad „prezentowanych” (...) przez teorię, interpretujemy je, przynajmniej minimalnie, w terminach relacji i własności, lecz wtedy powstrzymujemy się przed pokusą postawienia dalszego metafizycznego kroku polegającego na przyjęciu, że te relacje i własności określone są na (metafizycznie mocnych) obiektach. W szczególności, jak nalega strukturalista, nic w samej teorii ani w prezentowanych prawach i zasadach nie wymusza, aby założyć istnienie obiektów jako nośników własności. W ramach tego poglądu, relacje i własności są aspektami fundamentalnej struktury świata (...) i to, co standardowo nazywamy „obiettami”, istotnie jest zaledwie pustym miejscem w tej strukturze. Zwłaszcza cząstki elementarne nie są metafizycznie mocnymi obiektami z przedstawionej perspektywy i są rekonceptualizowane strukturalnie i reprezentowane w stosownej grupie symetrii (...) (French 2014: 114, tł. D. Luty).

Bezpośrednim argumentem za rekonceptualizacją obiektów i w rezultacie za bezobiekтовую ontologią struktur ma być argument z metafizycznego niedookreślenia (*metaphysical underdetermination*, MU), który omawiam w podrozdziale 3.1.

2.2. Założenia epistemologiczne drugiej wersji ontycznego realizmu strukturalnego

W przypadku EOSR2, zaproponowanego przez Ladymana, zagadnienie reprezentacji ujęte jest w odmienny sposób. Semantyczne podejście do teorii naukowych interpretowane jest tutaj jako podstawa poglądu głoszącego istnienie obiektywnej modalności: „Podejście syntaktyczne wymaga kwantyfikacji po dziedzinie składającej się z indywiduów, czy to teoretycznych, czy obserwowalnych (w fizykalistycznej wersji) bądź z określonych jako dane zmysłowe (w wersji fenomenalistycznej). Podejście semantyczne zachęca nas do myślenia o relacjach między teoriami a światem w terminach matematycznych i formalnych struktur. Giere twierdzi, a my się z nim zgadzamy, że wraz z przyjęciem podejścia semantycznego, kluczowym zagadnieniem staje się pytanie o to, czy modele teoretyczne informują nas o *modalnościach*” (Ladyman, Ross 2007: 118, tł. D. Luty). Obiektywna modalność w tym kontekście rozumiana jest jako *konieczny* związek między zjawiskami, jeżeli wystąpią określone warunki początkowe. W tym sensie, rozumiane w sposób semantyczny teorie informują nas, poprzez swoje modele, o przebiegu różnych możliwych, ale potencjalnie równie rzeczywistych sytuacji leżących w zakresie obszaru świata badanego z perspektywy danej teorii (zob. *ibid.*: 129). Stąd, przykładowo, twierdzi się w tym kontekście, że mechanika newtonowska jako teoria fundamentalna jest fałszywa, jednakże pozwala ona na wyrażenie w pewnych (klasycznych) zakresach fizycznych rzeczywistych związków modalnych między zjawiskami (zob. *ibid.*: 118). Różnica między EOSR1 i EOSR2 pojawia się zatem w ramach podstawowych założeń: w EOSR1 pojęcia modalności w ogóle nie wprowadza się w kontekście modeli teoretycznych.

2.2.1. Domknięcie naturalistyczne i pierwszeństwo fizyki

Zakłada się w EOSR2 dwie zasady: i) zasadę domknięcia naturalistycznego (*principle of naturalistic closure*, PNC), zgodnie z którą nowa teza metafizyczna powinna być wprowadzana wtedy i tylko wtedy, jeżeli pokazuje w jakiś sposób pewne dwie hipotezy, z których przynajmniej jedna pochodzi z fizyki fundamentalnej, łącznie posiadają większą moc wyjaśniającą niż gdy są wzięte osobno (Ladyman, Ross 2007: 37); ii) zasadę pierwszeństwa fizyki (*primacy of physics constraint*, PPC), głoszącą, że jeżeli hipotezy formułowane w ramach niefundamentalnych nauk szczegółowych są niezgodne z hipotezami występującymi w fizyce fundamentalnej, to te pierwsze hipotezy powinny być automatycznie odrzucone (*ibid.*: 44). Zasady te mają wyrażać pogląd, że poprawne metafizyczne interpretacje teorii naukowych powinny respektować naturalizm oraz epistemologiczny fizykalizm, gdzie dodatkowo przyjmuje się, że te dwa poglądy są częścią praktyki naukowców realizujących badania naukowe w ramach faktycznie istniejących instytucji naukowych (*ibid.*: 38, 70, 74).

PNC i PPC mają pociągać za sobą wniosek, że niejednorodność dyscyplin naukowych nie prowadzi do niejednorodności ontologicznej, jeżeli tylko zgodzić się, że dowolna dyscyplina naukowa musi być (minimalnie) zgodna z hipotezami występującymi w fizyce fundamentalnej (*ibid.*: 6, 207). Oznacza to rozstrzygnięcie o charakterze metametafizycznym, że możliwa jest aposterioryczna metafizyka bezpośrednio umotywowana fizyką fundamentalną. Jest to mocne założenie, tym bardziej, że Ladyman i jego współpracownicy nie tłumaczą, co właściwie znaczy, że teza metafizyczna może „wykazywać” wymienioną w PNC moc wyjaśniającą. Dla zwolenników EOSR2 istotna konkluzja dotycząca wymienionych zasad jest następująca: „Fizyka fundamentalna sugeruje, że świat nie składa się z zespołu ontologicznie autonomicznych, indywidualnych obiektów. PNC i PPC sugerują, że z tego faktu lekcję mogą wynieść nauki szczegółowe (...). Nauki szczegółowe również nie powinny być oparte na metafizyce indywidualistów” (*ibid.*: 189).

Rozstrzygnięcia dotyczące reprezentacji w tym kontekście muszą zatem realizować dwa cele: wyjaśnienie, dlaczego w kontekście niefundamentalnych nauk szczegółowych występują terminy dające się metafizycznie zinterpretować jako odnoszące się do indywidualnych obiektów oraz wyjaśnienie, w jaki sposób reprezentowana jest fundamentalna, ontologicznie strukturalna rzeczywistość fizyczna. Należy podkreślić, że w EOSR2 zagadnienie ciągłości teoretycznej nie jest rozważane tak samo szczegółowo, jak w EOSR1 i odpowiedź na nie sformułowana jest bardzo lakonicznie: „Nasze rozwiązanie tego problemu polega na

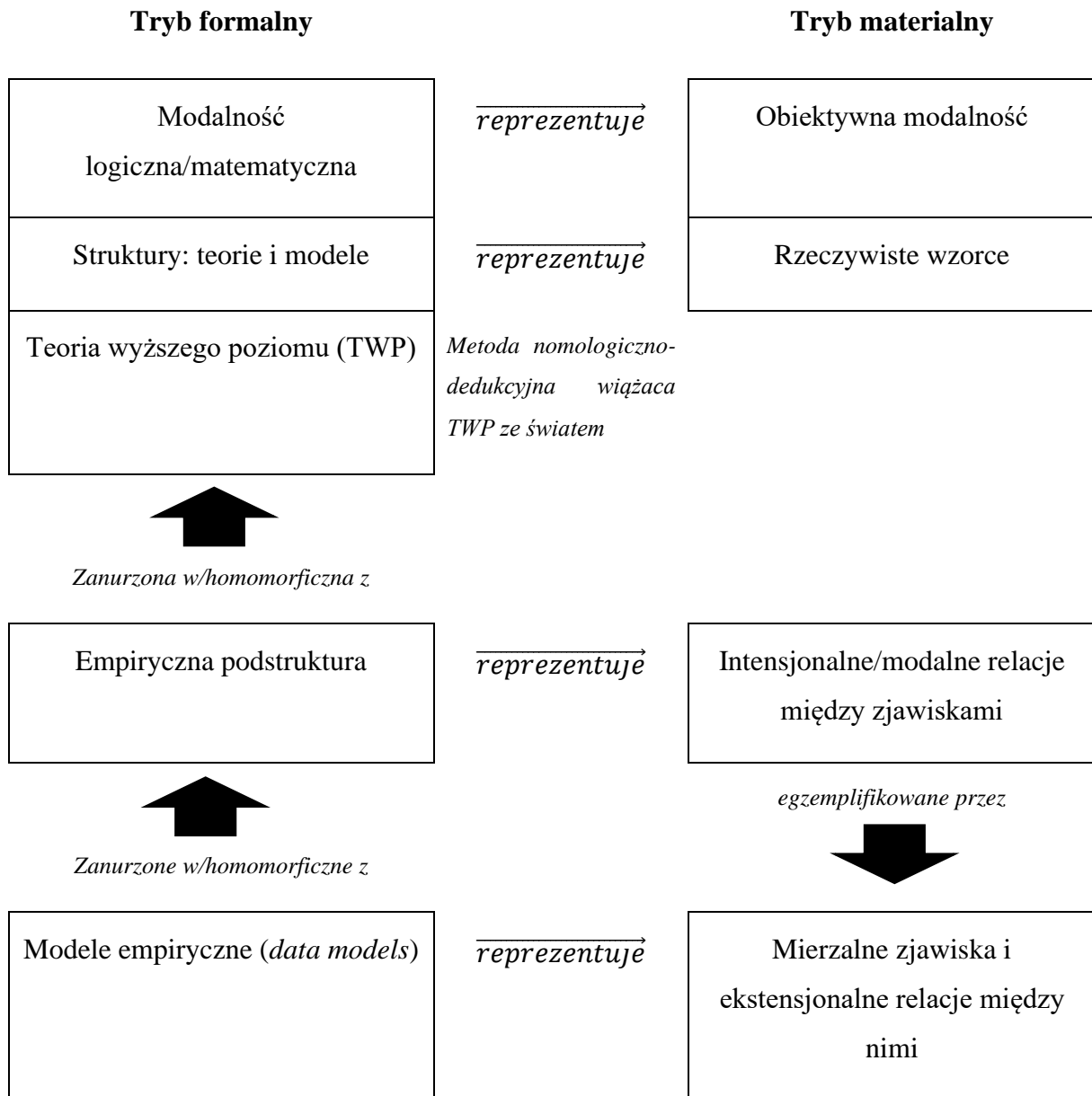
porzuceniu próby poznania natury bytów nieobserwowalnych poprzez naukę. Metafizyczny wkład odnoszących sukces teorii naukowych polega na dostarczeniu poprawnych opisów struktury świata” (*ibid.*: 92). Odnosnego zagadnienia nie należy zatem, jak sądzę, traktować jako kluczowe w kontekście EOSR2.

2.2.2. Tryb formalny i tryb materialny

W kontekście wskazanych powyżej celów zwolennicy EOSR2 wprowadzają rozróżnienie na tryb *formalny* i *materialny*. Stwierdzenie czegoś w trybie formalnym formułowane jest przy pomocy różnorodnych środków reprezentacyjnych, natomiast w trybie materialnym formułowane jest w terminach bezpośredniego odnoszenia się do własności i aspektów świata (zob. *ibid.*: 119). W świetle tego rozróżnienia:

Stwierdzimy później, że to co istnieje, to („rzeczywiste”) wzorce. „Rzeczywiste wzorce” (*real patterns*) powinny być rozumiane w trybie materialnym. Wówczas „struktury” powinny być rozumiane jako modele matematyczne, czasami konstruowane jako aksjomatyzowane teorie, czasami reprezentowane przy pomocy teorii mnogości, z którymi powiązane jest myślenie w trybie formalnym. Będziemy argumentować, że nie istnieje napięcie między tym poglądem na struktury oraz twierdzeniem, że „świat ma modalną strukturę”. Obiektywne modalności w trybie materialnym są reprezentowane przez logiczne i matematyczne modalności w trybie formalnym. Wszystkie poprawne metafizyczne hipotezy są, według nas, twierdzeniami tego rodzaju. Metafizyczna hipoteza powinna być umotywowana w każdym przypadku przez hipotezy empiryczne w taki sposób, że jedna bądź wiele poszczególnych empirycznych podstruktur są zanurzone w (homomorficzne z) poszczególnych strukturach teoretycznych z trybu formalnego, które reprezentują poszczególne intensjonalne/modalne relacje między pomiarami rzeczywistych wzorców. Nie widzimy powodu, dla którego nie należy odnosić się do rezultatów fizycznych pomiarów jako do „zjawisk”, póki nie rozumie się tego pojęcia jako danych zmysłowych w pozytywistycznym sensie. Hipoteza, że pewne zjawiska mogą egzemplifikować poszczególny rzeczywisty wzorzec jest umotywowana w każdym przypadku poprzez reprezentację ekstensjonalnych relacji między aktualnymi zjawiskami w (ujętych w trybie formalnym) modelu danych zanurzonych w (homomorficznym z) istotnej empirycznej podstrukturze (*ibid.*, tł. D. Luty).

Aby zobrazować przedstawione wyżej związki, jakie zachodzą między trybem formalnym a materialnym, zwolennicy EOSR2 zaproponowali tabelę, którą przedstawiam w sposób następujący (zob. *ibid.*: 120):



Tab. 1. Związki między trybem formalnym i materialnym.

Powyższy schemat w dość jasny sposób dzieli się na część teoretyczną i część dotyczącą danych empirycznych. Tezy metafizyczne formułowane są w ramach EOSR2 w kontekście części teoretycznej, ta natomiast powiązana jest ze zjawiskami poprzez homomorficzne relacje ze swoją empiryczną podstrukturą. Pojęcie teorii wyższego poziomu nie jest *explicite* objaśnione przez zwolenników EOSR2, ale wydaje się, że chodzi po prostu o pełne zmatematyzowane teorie fizyczne. Relacja między TWP a empirycznymi podstrukturami teorii ma charakter adekwatności empirycznej. Różnica względem empiryzmu konstruktywnego (Monton 2017) polega na twierdzeniu, że obiektywna modalność w świecie, określająca konieczne związki między bytami nieobserwowalnymi a zjawiskami, rzeczywiście (ontycznie) istnieje i w ramach realistycznego nastawienia względem nauki pełni rolę wyjaśniającą (*ibid.*:

123). Istotne w tym kontekście są dokładne rozstrzygnięcia dotyczące elementów trybu materialnego. Ustalenia te mają charakter ontologiczny, w związku z czym omawiam je w innym miejscu (podrozdział 3.2.1). Pojęcie reprezentacji, łączące tryby formalny i materialny, nie jest omawiane w EOSR2 bardziej szczegółowo – zakłada się jedynie poprawność semantycznego podejścia do teorii naukowych (*ibid.*: 66).

Przedstawiony schemat uzupełniony jest koncepcją lokalizatorów (*locators*). Można stwierdzić, że lokalizatory relatywizują rzeczywiste wzorce z trybu materialnego do określonych sposobów użytkowania aparatów formalnych. Związane jest to z tym, że dany rzeczywisty wzorzec może być badany z różnych perspektyw – czy to biologicznych, czy to chemicznych, czy wreszcie fizycznych. W zależności od perspektywy badawczej dany wzorzec będzie ujmowany przy pomocy różnych aparatów pojęciowych i w niektórych z nich pojęcie obiektu będzie odgrywać poznawczo nietrywialną rolę (np. w kontekstach badania zachowań zwierząt): „Będziemy zatem mówić o wszystkich tradycyjnym przedmiotach odniesienia – obiektach, zdarzeniach, procesach – poprzez wymienianie ich lokalizatorów. Lokalizatory są rozumiane jako akt ‘etykietowania’ w kontekście ustanowionego układu odbiorczego [ukierunkowych działań badawczych]” (*ibid.*: 121, tł. D. Luty).

2.3. Ocena założeń epistemologicznych

Wydaje się, że przyjęcie (określonej wersji) semantycznego podejścia do teorii naukowych istotnie rozwiązuje problem związany z zarzutem Newmana. Postulowanie, aby obiekty nie tyle były niepoznawalnymi bytami, co narzędziami formalnymi, niemającymi w określonych kontekstach ontologicznego znaczenia, pozwala z kolei na ominięcie kłopotów dotyczących rozróżnienia na naturę i strukturę. Jednakże dalsze rozważania zwolenników obu wersji EOSR, dotyczące na przykład ciągłości teoretycznej oraz stosunków między różnymi poziomami reprezentacji prowadzą do pewnych problemów.

2.3.1. Problem pragmatyzmu i fundamentalizm teoriomnogościowy

W odniesieniu do EOSR1 można sformułować przynajmniej dwa zarzuty względem akceptowanych założeń epistemologicznych: (i) przedstawiony pogląd na ciągłość teoretyczną niewiele ma wspólnego z jakkolwiek minimalnie ujmowanym realizmem teoriopoznawczym;

(ii) niedostatecznie umotywowane wyróżnienie koncepcji struktur częściowych pociąga za sobą arbitralny fundamentalizm teoriomnogościowy.

Rozpocznę od zarzutu (i). Ottavio Bueno (2008: 222–223) stwierdza w nieco innym kontekście, że pragmatyczne rozwiązania określonych problemów nie mogą tworzyć racji na rzecz jakiejś wersji *realizmu* teoriopoznawczego. Po pierwsze, Bueno podważa zasadność opierania stanowiska realistycznego na semantycznym podejściu naukowym, formułując argument wzorowany na teoriomodelowym argumencie przeciwko metafizycznemu realizmowi Hilary'ego Putnama (1998; 2011). Bueno stwierdza, że „Sednem sprawy jest tutaj to, że realista strukturalny (nawet akceptujący wersję ontyczną) musi się zmierzyć z trudnością wyboru między nierównoważnymi interpretacjami – przynajmniej, gdy skupiamy się na strukturze – które dostarczają tych samych wyników co do wartości prawdziwościowych rozpatrywanych zdań. Teraz, dlaczego realista strukturalny nie może po prostu twierdzić, że on lub ona może wybrać zamierzoną interpretację? Ponieważ jest to aspekt niestukturalny i jako taki wykracza poza czysto strukturalne cechy dopuszczalne przez strukturalizm. Pojęcie zamierzonej interpretacji jest pojęciem pragmatycznym, nie strukturalnym” (Bueno 2008: 222–223, tł. D. Luty). Oczywiście, zwolennik EOSR1 mógłby się bronić twierdząc, że jego poglądy (formułowane na „metapoziomie filozofii nauki”) na status *teorii* obejmują pragmatyczne elementy, jednakże obiektywna, strukturalna treść teorii – dana na poziomie „prezentacji” – nie jest już jedynie kwestią pragmatyzmu. To wiąże się ze wskazanym przeze mnie już poglądem, że istotna dla zwolenników EOSR1 strukturalna treść teorii to wyrażone teoriogrupowo niezmienniki. Pogląd ten okazuje się również problematyczny w kontekście zagadnienia ciągłości teoretycznej.

Bueno, po drugie, twierdzi, że w historii nauki rewolucje naukowe obejmują zarówno „konceptualne” jak i „strukturalne” części teorii (*ibid.*: 214). Zmiany konceptualne dotyczą wielokrotnie już przeze mnie przywoływanych kwestii zmian w odniesieniach przedmiotowych poszczególnych terminów teoretycznych (np. „masa”, „światło”). Bueno sądzi, że rezultatem zmian konceptualnych jest to, że „struktury (w szczególności modele) użyte w sformułowaniu starej teorii są zastąpione przez struktury nowe. W ten sposób zmiana konceptualna oraz zmiana strukturalna idą ze sobą w parze” (*ibid.*: 213, tł. D. Luty). Przykładowo, w opisie mechaniki klasycznej jako przypadku granicznego fizyki relatywistycznej dla określonego zakresu prędkości korzysta się z równań zinterpretowanych zgodnie z teorią nowszą oraz lepszą, nie zaś z równań teorii zastąpionej. Zarzut Bueno dotyczący zmian strukturalnych łączy się, w moim przekonaniu, z wyróżnieniem przez zwolenników EOSR1 teorii, w których występują symetrie cechowania. Jak wspominałem, nie przedstawili oni analizy zagadnienia ciągłości na

przykładach teorii dawniejszych. W rezultacie nie są oni w stanie, odwołując się wyłącznie do treści niezmienniczych teorii, opisać wielu konkretnych przypadków, w których tak rozumiana treść teoretyczna byłaby zachowana. Dla nowszych teorii, sformułowanych w XX czy XXI wieku, strategia zaproponowana w ramach EOSR1 wydaje się stosować lepiej niż dla teorii dawniejszych. W związku z tym uważam, że pogląd dotyczący ciągłości teoretycznej przedstawiony w EOSR1 jest niewystarczająco ogólny.

Zarzut (ii) formułowany jest w kontekście pytania o to, jak dokładnie rozumieć sposób, w jaki modele – czy to w kontekście zagadnienia ciągłości teoretycznej, czy w kontekście związków między typami modeli w ramach kwestii stosunku teorii do świata – są ze sobą powiązane. Podważa się tezę, że „struktura dzielona” (*shared structure*) między modelami powinna być rozumiana jako struktura teoriomnogościowa (Brading, Landry 2006; Landry 2007, 2012). Preferowanie poglądu bourbakistów, że dowolna struktura zawsze jest sprowadzalna do struktury teoriomnogościowej, może być potraktowane jako jedynie uprzedzenie, bowiem „mówiąc matematycznie, nie ma żadnego powodu abyśmy dalej uważali, że struktury oraz/lub morfizmy są ‘zbudowane’ ze zbiorów. Stąd, aby odnieść się do faktu, że dwa modele dzielą strukturę, nie musimy dookreślić czym modele, jako typy struktur teoriomnogościowych, są. Wystarczy stwierdzić, w niniejszym kontekście, że istnieje morfizm między dwoma układami; jako modelami matematycznymi bądź fizycznymi, który precyzyjnie oddaje twierdzenie, że dzielą one między sobą stosowny rodzaj struktury” (Landry 2007: 2).

Przyczyną uprzedzenia teoriomnogościowego może być w przypadku EOSR1 to, że koncepcja struktur częściowych inspirowana jest, jak wspominałem, stanowiskiem Suppesa, który *explicite* postulował konieczność posługiwania się teoriomnogościowym rozumieniem struktury (Suppes 1967: 58–59; Landry 2007: 4). Elaine Landry twierdzi jednak, że tego typu zawężenie pojęcia struktury, powiązane z poglądem, że stosuje się ono do wielu różnych teoretycznych i praktycznych kontekstów, jest niepotrzebne. Pojęcie struktury dzielonej (kluczowe, zdaniem Landry, w kontekście ciągłości teoretycznej, jak i związków między typami modeli) może być, bez straty poznawczej wartości, wyrażone w terminach dowolnych morfizmów istotnych w danym kontekście teoretycznym. Wówczas „powiemy po prostu, że dwa modele dzielą strukturę, jeżeli istnieje między nimi morfizm zachowujący ‘stosowny rodzaj’ struktury, niezależnie od naszego sposobu dookreślenia tego, o jaki typ morfizmu dokładnie chodzi. Co więcej, zaznaczymy, że ‘stosowny rodzaj’ struktury zależy od szczegółów danego zadania” (Landry 2007: 8, tł. D. Luty). Pojęcie morfizmu używane jest tutaj w kontekście teorii kategorii (Lawvere, Schanuel 2009). Oznacza ono odwzorowanie zachowujące strukturę w ramach danej teorii; konkretny typ odwzorowania można zdefiniować

jako określony morfizm. Podejście Landry do uprzedzeń teoriomnogościowych zwolenników EOSR1 wynika, jak sądzę, z jej stanowiska zajmowanego w sporze o to, co jest bardziej fundamentalne: teoria mnogości czy teoria kategorii (Landry, Marquis 2005; Landry 2017), chociaż niewątpliwie to, która teoria zostanie uznana za zwycięską w ramach tej debaty, nie wpływa na fakt, że teoria kategorii jest ogólniejsza od teorii mnogości i jednocześnie nie wymusza sprowadzenia różnorodnych odwzorowań do określonego typu struktur.

Pogląd, że z perspektywy EOSR1 można twierdzić, iż właściwym aparatem formalnym do rekonstrukcji strukturalnej treści teorii naukowych na metapoziomie filozofii nauki jest teoria kategorii, sformułowany został przez Jonathana Baina (2013). Stanowisko to uznawane jest obecnie za kontrowersyjne (Lam, Wüthrich 2015). W świetle rozważań Landry istotne jest, jak sądzę, wskazanie jedynie następującego wniosku: fundamentalizm teoriomnogościowy nie jest *koniecznym* składnikiem EOSR1. Jest to wniosek ważny w kontekście oceny manewru Poincarégo wykorzystywanego na gruncie omawianego stanowiska. Jak wskazywałem, French wiąże reprezentację teoriomnogościową treści teorii z „metapoziomem filozofii nauki”, który jest w tym kontekście sposobem rekonstruowania teorii z perspektywy celów metodologicznych, nie zaś bezpośredniego wyrażania tego, co się w niej twierdzi o świecie. Stąd przejście od poziomu „reprezentacji” do poziomu „prezentacji” powinno oznaczać gotowość na nieprzypisywanie terminom czy symbolom z poziomu reprezentacji znaczenia ontologicznego albo w każdym razie istotnego w ramach teorii rzeczywiście wykorzystywanych w nauce.

W rezultacie jednak nie jasne, do którego poziomu odnosić ma się manewr Poincarégo. Zastosowanie tego manewru polega na przyporządkowaniu obiektom roli narzędzi reprezentacyjnych. Na poziomie prezentacji istnieje w EOSR1 zupełnie niezależny od metodologicznych rozważań argument na rzecz eliminacji obiektów z założeń ontologicznych fundamentalnych teorii fizycznych – wymieniony już argument MU (rozdz. 3.1). Jeżeli ze względu na argument z zakresu ontologii chcemy twierdzić, że obiekty na wyższym poziomie reprezentacji (w ramach metodologicznych rekonstrukcji) podlegają eliminacji, to pojawia się problem, dlaczego w ogóle na tymże poziomie decydujemy się na korzystanie z aparatu formalnego, którego elementy można rozumieć jako obiekty skoro, jak podkreśliła Landry, dostępne są inne opcje. Daje to, w moim przekonaniu, sytuację w której dochodzi do pomieszania poziomów prezentacji i reprezentacji. W świetle pozostałych trudności założeń epistemologicznych i metodologicznych w EOSR1 wydaje się, że stanowisko to w tym kontekście jest zbyt problematyczne.

Twierdzą w związku z powyższą krytyką, że należałoby przyjąć bezpieczniejszą strategię dotyczącą reprezentacji, gdzie nie podejmuje się próby uzasadnienia realizmu jako takiego. Przy własnych analizach związanych ze strukturalizmem czasoprzestrzennym założę zatem, mówiąc epistemologicznie, *strukturalny realizm wewnętrzny*, w ramach którego poprzestaną na poziomie prezentacji. W tym sensie przeciwstawiam się pogładowi głównego zwolennika EOSR1, Frencha, który *explicite* odrzuca realizm wewnętrzny Putnama (French 2018: 196). Przede wszystkim French podważa przekonanie Putnama, że różne schematy pojęciowe, przykładowo: schematy służące do opisu „potocznego świata człowieka” czy „świata fizyki kwantowej”, zawierają różne standardy oceny tego, co jest z ich perspektywy prawdziwe (*ibid.*: 197). Jednakże jeżeli jednorodne „standardy prawdziwościowe” dla różnych teorii czy schematów pojęciowych mają być wyrażone w terminach koncepcji struktur częściowych, to konsekwencją są wskazane powyżej trudności: nie jest do końca jasne dlaczego powinniśmy preferować coś więcej niż pragmatyzm oraz czy zwolennicy EOSR1 są w stanie opisać ciągłość teoretyczną na historycznych przykładach, w których zasady niezmienniczości nie pełniły kluczowej roli.

Przyjęcie przeze mnie strukturalnego realizmu wewnętrznego jako tezy epistemologicznej oznacza, że skupię się na poszczególnych aparatach formalnych używanych do standardowego formułowania danych teorii naukowych. Następnie, aby uniknąć wskazanego wyżej pomieszania, twierdzą, że teorie podlegają ontologicznej interpretacji, w kontekście której należy wskazać kryterium stosowalności manewru Poincarégo w odniesieniu do poziomu „prezentacji”. Proponuję wskazać dwa zasadnicze kryteria: praktyki badawczej oraz wewnątrzteoretycznej spójności. Kryterium praktyki badawczej głosiłoby, że części aparatu formalnego danej teorii podpadające pod interpretację przypisującą im symbolom odnoszenie się do indywidualnych obiektów powinny być potraktowane jako artefakty reprezentacyjne, jeżeli z perspektywy efektywności teorii są one zbędne bądź prowadzą do pozornych paradoksów. Kryterium wewnątrzteoretycznej spójności natomiast polegałoby na uznaniu tychże części teorii za niereprezentujące niczego rzeczywistego, jeżeli konsekwencją przyjęcia, iż części te istotnie coś reprezentują, jest niespójność z pozostałymi częściami teorii. W odniesieniu do części aparatu formalnego/schematu pojęciowego mających reprezentować obiekty indywidualne jest jasne, że nie wszystkie teorie będą spełniały którekolwiek z tych kryteriów, bądź będą spełniały tylko jedno z nich. Jak będę twierdził w kolejnych rozdziałach, sytuacja ta również dotyczy fundamentalnych teorii fizycznych. Rezultatem zastosowania manewru Poincarégo, tak jak ja to ujmuję, ma być stwierdzenie, czy poprawna rekonstrukcja i interpretacja założeń ontologicznych danej teorii powinna zawierać

odniesienie do indywidualów. Czym dokładnie indywidua są omawiam w podrozdziale 3.1.1. Powyższe uwagi wskazują, że przyjmowane przeze mnie zasadnicze założenie strukturalnego realizmu wewnętrznego inspirowane jest założeniami epistemologicznymi EOSR1.

2.3.2. Status zasad i pojęć w schemacie *tryb formalny–tryb materialny*

W przypadku EOSR2 wątpliwości może budzić – w kontekście ogólnych rozstrzygnięć dotyczących reprezentacji w nauce – wyróżniony status fundamentalnych nauk fizycznych. Chociaż zwolennicy EOSR2 nie głoszą skrajnego redukcjonizmu, zaś asymetria między fizyką fundamentalną a naukami szczegółowymi wydaje się *prima facie* wiarygodna, to nie jest do końca jasne, w jaki sposób hipotezy *naukowe* formułowane np. w kontekście biologii mogłyby wchodzić w konflikt z hipotezami z zakresu fizyki fundamentalnej. Ponieważ w PPC nic nie sugeruje odniesienia do kryterium demarkacyjnego między nauką a pseudonauką, można uznać, że zbiór nauk szczegółowych, które mają być zgodne z fizyką fundamentalną, istotnie zawiera tylko teorie respektujące standardy racjonalności i praktyki naukowej. Wtedy jednak PPC spełniona jest trywialnie, bowiem zakresy stosowalności niefizycznych nauk szczegółowych z góry określone są w inny sposób, niż to, do czego odnosić się mają fundamentalne teorie fizyczne.

Kolejne trudności sprawia schemat reprezentacyjny sformułowany przez Ladymana i współpracowników. Po pierwsze, sugeruje się, że stanowiska głoszące istnienie obiektywnej modalności są najlepsze ze względu na fakty modalne rzeczywiście zachodzące w świecie (Ladyman, Ross 2007: 293). Jednakże oznacza to, jak uważam, założenie, że możemy rozpoznać, jakie narzędzie reprezentacyjne są adekwatne niezależnie od teorii. Pogląd o istnieniu obiektywnej modalności ma być zgodny z PNC, zatem nie powinno być możliwe w świetle tej zasady, że obiektywna modalność konceptualizowana jest niezależnie od teorii naukowych. Jest to, w moim przekonaniu, pewna niespójność szczegółowych rozstrzygnięć w ramach założeń epistemologicznych EOSR2. Jest zatem dalekie od oczywistości, czy powyższe ustalenia dotyczące reprezentacji stanowią istotne usprawnienia szeroko rozumianej postawy realistycznej na gruncie sporu o status poznawczy teorii. Można również zauważyć, że ujęcie ciągłości teoretycznej jest, w porównaniu do EOSR1, ubogie i właściwie sprowadza się do poglądu, że teoretyczna ciągłość strukturalna stwierdzalna jest ze względu na to, że teoria zastępowana stanowi przypadek graniczny teorii zastępowanej. *De facto* jest to nic innego jak

sukces metodologiczny w ujęciu Worralla, w związku z czym trudno traktować EOSR2 w kontekście zagadnienia ciągłości teoretycznej jako istotne usprawnienie ESR.

Po drugie, nie jest jasne, jakie są relacje między wyższymi poziomami trybu formalnego. Wydaje się to kluczowe, ponieważ niższe poziomy tak naprawdę niewiele różnią się od podejścia prezentowanego w ramach np. konstruktywnego empiryzmu. Ladyman zresztą *explicite* to przyznaje: „będziemy twierdzić, że ontyczny realizm strukturalny powinien być rozumiany jako modalny empiryzm strukturalny i że temu pogładowi można przypisać wszystkie korzyści konstruktywnego empiryzmu i realizmu naukowego” (*ibid.*: 99, tł. D. Luty). Przykładowo, nie jest określony status logicznych i matematycznych operatorów modalnych oraz modeli – czy te pojęcia łącznie tworzą narzędzia rekonstrukcji właściwej treści strukturalnej teorii, co do której powinniśmy być realistami, czy też nie? Czy logiczne pojęcia modalne są wystarczające do stwierdzenia modalności fizycznych modelowanych przez teorie wyższego poziomu? Stanowisko EOSR2 jest znacznie głębsze w ramach rozstrzygnięć dotyczących pojęcia rzeczywistych wzorców oraz sposobów ich ujmowania w praktyce badawczej, jednakże przytoczony schemat reprezentacyjny wydaje się kontrowersyjny ze względu na, z jednej strony, duże podobieństwo z konstruktywnym empiryzmem oraz, z drugiej strony, niepełne objaśnienie statusu pojęć logicznych i matematycznych w opisie związków o charakterze fizycznym. Z tych powodów uznaję założenia epistemologiczne EOSR2 za mniej interesujące niż te wprowadzone w EOSR1.

2.4. Podsumowanie rozdziału

Analizując założenia epistemologiczne obu wersji EOSR podkreśliłem, że powiązania odnośnego stanowiska z dyskusją o status poznawczy teorii naukowych stwarzają dalsze problemy. Uznałem, że wymuszają one oddzielenie kwestii metafizycznej interpretacji teorii od sporu o realizm jako taki. Stąd wyprowadziłem wniosek, że interpretacje metafizyczne powinny bazować na danym aparacie pojęciowym i formalnym konkretnej teorii fundamentalnej. W tej mierze, w jakiej w swoich dalszych rozważaniach skupiam się przede wszystkim na metafizycznej refleksji nad fizyką fundamentalną, o tyle inspirując się założeniami epistemologicznymi EOSR1 przyjąłem własne, uproszczone i bezpieczne podejście do reprezentacji, które nazwałem tezą strukturalnego realizmu wewnętrznego. W ramach tej tezy wprowadziłem kryteria stosowalności manewru Poincarégo uzasadniające rozwijanie interpretacji metafizycznej teorii bez konieczności przypisywania ontologicznej fundamentalności indywidualom.

Rozdział 3

Ontyczny realizm strukturalny

Przyjmę, że zwolennicy obu wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego (EOSR) akceptują poniżej sformułowane ogólne tezy metafizyczne (ich dokładniejsze dookreślenie jest jednak odmienne, w zależności od wariantu omawianego stanowiska):

I. Struktury i relacje są fundamentalne.

EOSR

II. Obiekty i indywidua podlegają eliminacji z ontologii świata fizycznego.

III. Fundamentalną strukturę świata cechuje obiektywna modalność.

Ta ogólna charakterystyka EOSR sformułowana jest w oparciu o perspektywę przyjętą przez Ladymana (2018: 4). Modyfikuję jednakże tezę (3) celem podkreślenia w dalszej części pracy, w jaki sposób różnicują się EOSR1 i EOSR2 w odniesieniu do tej tezy. Pierwszym głównym celem tego rozdziału jest ocena obu obecnych w literaturze wersji EOSR oraz argumentów na ich rzecz. W szczególności skupię się na EOSR1 oraz na argumencie z metafizycznego niedookreślenia (MU). Wskażę, dlaczego MU, zastosowane w ramach statystyki kwantowej, nie wyznacza skutecznie preferencji dotyczącej ontologii strukturalistycznej w kontekście fizyki kwantowej. Na podstawie tego wniosku będę uzasadniał w dalszych częściach tej pracy w jakim sensie (nieeliminacyjna) ontologia strukturalistyczna jest, wbrew częstej opinii, bardziej trafna interpretacyjnie w odniesieniu do OTW niż do QM. Drugim głównym celem jest zarysowanie preferowanego przeze mnie metafizycznego ujęcia obiektów oraz relacji w kontekście fizyki fundamentalnej. Szkic ten wprowadzony zostanie właśnie na podstawie analizy i krytyki EOSR1 oraz argumentu MU.

3.1. Tezy metafizyczne pierwszej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego (EOSR1)

Jak sygnalizowałem, ogólne tezy EOSR interpretowane są odmiennie w zależności od wersji tego stanowiska. Powyżej przedstawiłem to w przypadku założeń epistemologicznych obu wariantów EOSR (rozd. 2). Skupię się teraz na trzech tezach mających charakter metafizyczny. W przypadku EOSR1 dookreślenie tych trzech głównych metafizycznych tez proponuję przedstawić następująco:

- EOSR1**
- (1) Struktury i relacje są fundamentalne: istnieje dynamiczna struktura świata, będąca bezobiekową siecią relacji. Struktura ta opisywana jest przez fundamentalne teorie fizyczne.
 - (2) Indywidua („obiekty jednostkowe + określona tożsamość”) podlegają eliminacji z ontologii świata fizycznego: indywidua na każdym poziomie świata fizycznego są w pełni redukowalne do fundamentalnej struktury świata.
 - (3) Fundamentalną strukturę świata cechuje obiektywna modalność: prawa i symetrie tworzą modalne aspekty struktury świata.

Główny argument na rzecz EOSR1 to zasygnalizowany już argument MU, mający być wyrazem trzeciego głównego umotywowania stanowisk tworzących OSR – fizyki fundamentalnej. MU dotyczy przede wszystkim najbardziej kontrowersyjnej tezy (2), którą trzeba zaakceptować, jeżeli chce się głosić wyrażoną w tezie (1) koncepcję struktury (w pełni) bezobiektywnej. Odnośny argument oparty jest na innym typie niedookreślenia niż typ najczęściej przytaczany w sporze o realizm – niedookreślenie teorii przez dane empiryczne. To ostatnie, upraszczając, dotyczy relacji między (przypuśćmy, dowolnie bogatym) zbiorem danych doświadczenia a różnymi teoriami, gdzie każdą z rozważanych teorii można do rozważanego zbioru dopasować, modyfikując ich odpowiednie części. Innymi słowy, dwie niezgodne odnośnie do postulowanej ontologii teorie mogą być równoważne odnośnie do wspierających je, dostępnych danych empirycznych. *Metafizyczne* niedookreślenie pojawia się natomiast w sytuacji, w której dana teoria fizyczna nie jest w stanie jednoznacznie „określić” charakterystyki swoich bytów postulowanych w tym sensie, że „formalizm [teorii – dop. D. Luty] może posłużyć do poparcia dwóch bardzo odmiennych pakietów metafizycznych”

(French 2018: 180, tł. M. Woszczyk, M. Kotowski; zob. również Ladyman 2019; French 2014: 33–34).

Jest to, zdaniem zwolenników EOSR1, istotny problem dla standardowego realizmu i co do tego zgadzają się obrońcy zarówno EOSR1, jak i EOSR2. Jak twierdzą French i Ladyman, w realizmach standardowych oraz w realizmach opartych na selektywnym sceptycyzmie zakłada się metafizykę obiektów, w związku z czym stanowiska te tworzą grupę realizmów *zorientowanych na obiekty* (*object-oriented realism*, OOR) (Ladyman, Ross 2007: 106; French 2014: 3). Na rzecz przekonania, że rzeczywiście akceptuje się tego typu metafizykę w kontekście realizmu standardowego, przytacza się stwierdzenie Psillosa (2009: 135, tł. D. Luty), że z perspektywy tejże wersji realizmu „świat w którym żyjemy (i który obchodzi naukę) składa się z indywidualów, własności i ich relacji”. Na poparcie poglądu, że podobną tezę uznaje się w przypadku realizmów opartych na selektywnym sceptycyzmie, można przytoczyć z kolei stwierdzenie Chakravartty’ego, zwolennika właśnie takiego rozumienia realizmu: „Koncepcja struktury, która jest potrzebna realności, powiązana jest z określonymi rodzajami elementów i ich charakterystycznych relacji. Elementy, które mam na myśli, to, w pierwszej kolejności, ilościowe i określone własności (takie jak masy, ładunki, objętości) jednostkowych bytów (takich jak obiekty, zdarzenia, procesy)” (2007: 40, tł. D. Luty).

Zdaniem zwolenników EOSR i EOSR2 niepoprawność przyjęcia ontologii obiektów w kontekście interpretacji metafizycznej teorii naukowych, wynika z tego, że fundamentalne teorie fizyczne podważają możliwość jasnego określenia, jaka właściwie jest *najbardziej podstawowa* charakterystyka tych obiektów. MU pierwotnie sformułowany został w kontekście statystyki kwantowej (Redhead, French 1987). Twierdzi się w MU, że fizyka zdaje się dopuszczać dwa wykluczające się „obrazy” cząstek kwantowych, oba zakładające, że są one pewnego typu obiektami: albo indywidualami, albo nie-indywidualami. Typy te stwarzają wszakże poważne trudności interpretacyjne w kontekście fizyki kwantowej. Z tego względu obiekty mają podlegać eliminacji z ontologii fundamentalnej fizyki, a poprawne jej ujęcie dopuszcza jedynie autonomię ontyczną relacji i konsekwencje tego stanu rzeczy powinny być uwzględnione w metafizycznej tezie adekwatnej wersji realizmu. MU przytaczam w następującej wersji:

(P1) Realiści zorientowani na obiekty muszą założyć, że ontologicznie podstawowe obiekty mają określone profile indywidualności: (i) to, czy obiekt jest indywidualum, czy nie, jest rozstrzygalne w oparciu o fakty, oraz (ii) jeżeli obiekt jest indywidualum, można rozstrzygnąć w oparciu o fakty, jak dokładnie jest on indywidualuowany.

(P2) Jeżeli zachodzi (P1), wtedy przyjęcie realizmu zorientowanego na obiekty wymusza na nas założenie, że nasze najlepsze teorie będą trafnie opisywały, jakie dokładnie są te profile indywidualności.

(P3) Lecz nasze najlepsze teorie zawodzą, gdy idzie o dostarczenie profili indywidualności dla swoich zakładanych obiektów (tym bardziej zawodzą, gdy idzie o dokładny opis, czym one są): status obiektów jako indywidualności, tak jak to jest dane w naszych najlepszych teoriach, jest *metafizycznie niedookreślony*.

(C1) Zatem realizm zorientowany na obiekty jest (prawdopodobnie) fałszywy.

(P4) Jeżeli OSR jest prawdziwy, wtedy nasze najlepsze teorie nie są metafizycznie niedookreślone.

(C2) Zatem, *ceteris paribus*, OSR jest lepszy niż realizm zorientowany na obiekty (Brading, Skiles 2012: 100–101, tł. D. Luty).

Krytykę i omówienie MU w powyższym ujęciu przedstawiam w podrozdziale 3.4.1. W pierwszej kolejności skupię się na pojęciach obiektu indywidualnego i obiektu nie-indywidualnego, ponieważ na nich bazuje główny przykład niedookreślenia metafizycznego rozważany w EOSR1. „Profile indywidualności” o których mowa w przesłance (P1) odnoszą się właśnie do tych dwóch pojęć. Następnie omówię koncepcję struktury modalnej formułowaną we wskazanym stanowisku.

3.1.1. Eliminacja obiektów jednostkowych i pojęcie indywidualności

Jak dokładniej rozumiane jest w EOSR1 pojęcie indywidualności i jak ma się ono do obiektów kwantowych w kontekście jednego z obrazów cząstek, występującego w dylemacie zakładanym w MU? W słowach Edwarda Lowe’a indywidualność to „obiekt, który jest odróżniony od innych obiektów tego samego rodzaju w taki sposób, że on i pozostałe obiekty mogą konstituować *przeliczalną wielość*, której każdy członek liczy się tylko raz; jest *jednostką* w swoim rodzaju” (Lowe 1994: 536, tł. D. Luty).

Ważnym założeniem w ramach rozważań Frencha i Krausego jest rozróżnienie między pojęciami tożsamości, indywidualności oraz odróżnialności (French, Krause 2006: 3). Ponadto uznają oni, że, przynajmniej w kontekście klasycznej fizyki, pojęcie „numerycznej wielkości” sprowadza się do ustaleń dotyczących tożsamości oraz odróżnialności (*ibid.*: 7). W odniesieniu do pojęć indywidualności i odróżnialności French i Krause stwierdzają:

będziemy naciskać na konceptualną dystynkcję między *indywidualnością* oraz *odróżnialnością*. Niektórzy mogą podważać zasadność takiego rozróżnienia, lecz (...) szereg kwestii może być rozjaśnionych za jego pomocą. Możemy podejść do odnośnej dystynkcji poprzez podkreślenie partykularności indywidualności – faktu, że indywidua nie są egzemplifikowane, w kontraście

z uniwersalnością, czy egzemplifikowalnością, ich atrybutów. W pierwszym przypadku występuje coś, jakaś „zasada indywidualności”, jak się ją często nazywa, co jest „wewnętrzne” i „właściwe” w odniesieniu do danego indywiduum, co znaczy, że dotyczy tylko i wyłącznie jego. W drugim przypadku występują relacje, jakie indywiduum ma z innymi bytami jednostkowymi; w pewnym sensie należy zatem mówić o atrybutach jako o czymś „zewnętrznym”. Jednym ze sposobów wyrażenia omawianej dystynkcji jest wyobrażenie sobie świata możliwego, w którym znajduje się tylko jeden byt; nie może on być rozpatrywany jako odróżnialny od innych – tak się przynajmniej twierdzi – ponieważ nie ma żadnych innych bytów, lecz on sam z pewnością może być traktowany jako indywiduum (*ibid.*: 6, tł. D. Luty).

Centralnym pojęciem w ramach rozważań nad problemem indywidualności jest pojęcie tożsamości. Najogólniejsze dwa podejścia do niego to podejścia diachroniczne i synchroniczne. Podejście diachroniczne odnosi się do tożsamości w czasie, tj. głosi się w nim że dany byt jest indywiduum, jeżeli trwa w czasie, co oznacza możliwość stwierdzenia dla różnych momentów czasowych trajektorii czasoprzestrzennej tegoż bytu, że jest to *ten sam obiekt* (French, Krause 2006: 19). W kontekście EOSR1 i ogólnie w ramach dyskusji nad indywidualnością cząstek elementarnych oraz punktów czasoprzestrzeni rozważa się jednak przede wszystkim pytanie, co sprawia, że dany byt może w ogóle być traktowany jako indywiduum niezależnie od jego istnienia w czasie (zob. Ladyman 2016b: 194).

W podejściu synchronicznym pojęcie tożsamości rozpatrywane jest jako takie. W tym kontekście pojęcie tożsamości może być ujmowane na dwa sposoby: albo jako coś, co podlega analizie przy pomocy pojęcia odróżnialności, albo jako coś pierwotnego. W pierwszym przypadku tożsamość zależy od obserwowalnych własności danego obiektu, w drugim natomiast tożsamość implikuje odróżnialność (zob. Russell 1940; Arenhart 2012: 802; Arenhart 2013). Ponieważ w omawianym kontekście pojęcie tożsamości jest kluczowe dla pojęcia indywidualności, French i Decio Krause wskazane przypadki podejścia synchronicznego ujmują w ramach tak zwanych „zasad indywidualności” które, jeżeli obowiązują dla danego obiektu, czynią go obiektem indywidualnym. Rozpatrywane są dwa zasadnicze typy tychże zasad.

Pierwszy typ, który należałoby połączyć z pierwszym przypadkiem synchronicznego podejścia do pojęcia tożsamości, tworzą zasady nazwane „indywidualnością wiązkową” (French, Krause 2006: 8). Nawiązuje się tutaj do wiązkowej teorii obiektów i głosi się, że indywidualność bytu należy rozumieć jako zbiór własności właściwych wyłącznie danemu obiektowi (*ibid.*; zob. Rettler 2017). Sformułowano wiele wersji tejże teorii (Van Cleve 1985), jednakże French i Krause skupiają się na pewnym szczególnym jej przypadku wywodzonym z poglądów Gottfrieda Leibniza (zob. Adams 1979: 9). W ramach odnośnego wariantu

wiązkowej teorii obiektów, indywiduum ma swoje „pojęcie zupełne”, zawierające wszystkie predykaty, które można orzec o konkretnym obiekcie. Zatem, jeżeli przypuszczalnie istniejące dwa obiekty egzemplifikują bezwzględnie wszystkie te same własności, to należy stwierdzić, że różnica numeryczna między nimi jest pozorna – tak naprawdę istnieje jeden obiekt, dla którego, przykładowo, dane są dwie nazwy. Dla omawianego poglądu niezbędne jest zatem założenie poprawności zasady tożsamości rzeczy nieodróżnialnych (*principium identitatis indiscernibilium*, PII), która głosi dokładnie to: jeżeli obiekty x i y mają wszystkie własności P , to obiekty te należy utożsamić²³. W standardowej postaci prezentowanej w rachunku predykatów (Forrest 2010) zapisuje się PII następująco:

$$\forall P(Px \leftrightarrow Py) \rightarrow x = y . \quad (16)$$

Jeżeli można stwierdzić dla dwóch przypuszczalnie różnych obiektów, że egzemplifikują one przynajmniej częściowo rozłączne zbiory atrybutów, to istotnie są to inne obiekty. French i Krause rozpatrują kilka wersji PII, w zależności od tego, jak określi się zbiór własności, z którego P przyjmuje wartości. Najsłabsza, jak twierdzą French i Krause, głosi, że x jest obiektem indywidualnym, jeżeli nie jest możliwe, aby jakikolwiek inny y miał wszystkie własności orzekane o x ; mocniejsza wyklucza z odnośnego zbioru własności lokalizacji czasoprzestrzennej, zaś najmocniejsza głosi, że tenże zbiór własności zawiera tylko i wyłącznie własności monadyczne, tj. nierelacyjne (French, Krause 2006: 10). Samo rozróżnienie na warianty PII nie jest jednak traktowane poważnie w tym kontekście, ponieważ French i Krause uważają, że zasada ta *jako taka* zawodzi: „Tak zwane ‘wiązkowe’ teorie indywidualności owocują ontologiczną oszczędnością poprzez ujęcie zarówno indywidualności jak i odróżnialności w terminach pewnych zbiorów własności. Ze względu na wieloraką realizowalność odróżniających własności, odnośne teorie muszą odwołać się do PII celem zapewnienia indywiduacji. Jednakże, status tejże zasady okazuje się być problematyczny w kontekście współczesnej fizyki” (*ibid.*: 21, tł. D. Luty).

Ogólnym kontekstem tych rozważań jest fizyka cząstek i odniesienie rozważanych koncepcji obiektów do tychże bytów. W przypadku klasycznej mechaniki i statystyki French i Krause podkreślają, że standardowo zakłada się w nich „nieprzenikliwość” cząstek (*ibid.*: 10). Jest wówczas jasne, że klasycznym cząstkom można przypisać tożsamość chociażby na

²³ W tym przypadku, rzecz jasna, tożsamość rozumiana jest czysto ontologicznie, jako coś zachodzącego bądź niezachodzącego między obiektami, nie zaś jako coś, co zachodzi bądź niezachodzi *jedynie* między nazwami obiektów.

podstawie faktu, że nie mogą zajmować w tym samym momencie czasowym tej samej lokalizacji przestrzennej. W tym sensie każda cząstka ma przynajmniej jedną własność, która odróżnia ją od każdej innej cząstki. Stąd PII w fizyce klasycznej nie zostaje podważona, ponieważ byty tworzące rozpatrywaną tutaj dziedzinę przedmiotową można odróżniać za pomocą własności. Założenie nieprzenikliwości cząstek jest jednak głęboko problematyczne w odniesieniu do fizyki kwantowej, gdzie istnieją cząstki, o których można stwierdzać „przenikliwość”, jak np. fotony (*ibid.*: 105). Ponadto, co dokładniej rozważam omawiając nieindywidualność cząstek elementarnych, PII w kontekście fizyki kwantowej zawodzi również niezależnie od zagadnienia przenikliwości: cząstki elementarne danego rodzaju, fermiony bądź bozony, mogą być nieodróżnialne za pomocą jakichkolwiek własności nadal tworząc numeryczną wielość. Oznacza to, że mimo nieodróżnialności cząstek nie można ich ze sobą utożsamiać. O nieadekwatności PII w omawianym kontekście French i Dean Rickles piszą następująco:

W odniesieniu do statusu PII w fizyce kwantowej: jeżeli własności niewewnętrzne i własności zależne od stanu utożsamiać ze wszystkimi własnościami monadycznymi bądź relacyjnymi, które da się wyrazić w terminach wielkości fizycznych powiązanych z operatorami samosprzężonymi zdefiniowanymi dla cząstek, to można pokazać, że dwa bozony bądź dwa fermiony będące, odpowiednio, w stanie symetrycznym bądź antysymetrycznym, mają te same własności monadyczne i te same własności relacyjne. Na podstawie wskazanego utożsamienia okazuje się, że nawet najslabsza postać PII (...) zawodzi zarówno dla bozonów jak i dla fermionów (...). Stąd Zasada Tożsamości Rzeczy Nieodróżnialnych nie może być użyta, aby skutecznie zagwarantować indywiduację poprzez własności zależne od stanu (...) (French, Rickles 2003: 226–227, tł. D. Luty).

Drugi typ zasad nazywany jest za Heinzem Postem (1963) zasadami „indywidualności transcendentalnej” (TI) i, do pewnego stopnia, należy je odnieść do drugiego przypadku synchronicznego rozumienia tożsamości. W tym kontekście wskazuje się dwa podtypy, gdzie jeden z nich nie do końca odpowiada przytoczonemu podejściu do pojęcia tożsamości: mowa o zasadzie nazwaną przez Frencha i Krausego „czasoprzestrzenną indywiduacją transcendentalną” (*spacetime transcendental individuality*, STI). Ta niezgodność wynika z tego, że odnośna zasada dotyczy bezpośrednio ontologii fizycznej, nie zaś ogólnego zdefiniowania pojęcia tożsamości. Zgodnie z tą zasadą dopuszczalna jest jedna szczególna, niemonadyczna własność jaką jest lokalizacja czasoprzestrzenna. Akceptacja STI pociąga za sobą uznanie, że żaden obiekt nie może zajmować jednocześnie tego samego miejsca w tym samym czasie (French 2014: 95). STI tak naprawdę bezpośrednio związana jest z założeniem o nieprzenikliwości (French, Krause 2006: 17, 20): podważenie drugiego pociąga za sobą

podważenie pierwszego. STI wszakże pozwala na wyrażenie więcej faktów, niż tylko te dotyczące własności lokalizacyjnych, by wspomnieć chociażby o możliwości stwierdzenia, czy dany obiekt tworzy (klasyczną) trajektorię czasoprzestrzenną. W tym sensie STI pozwalałaby również na ustalenie, że obiekt posiada tożsamość w czasie. Jak słusznie zauważają French i Krause, STI wymusza założenie, że czasoprzestrzeń posiada niezależne istnienie od zwykłych bytów materialnych, co oznacza przyjęcie stanowiska substancjalistycznego w sprawie ontologicznego statusu czasoprzestrzeni (zob. rozdz. 4).

Zgodnie z drugim podtypem TI indywidualność obiektu wykracza poza specyfikację jego obserwowalnych cech (French, Krause 2006: 12). Koncepcja indywiduum, do której odnoszą się w tym kontekście French i Krause i którą zakładają w swoich rozważaniach ilekroć używają terminu „indywiduum” (i jego synonimów), jest następująca. Tożsamość rozumieją oni synchronicznie, jak szczególną relację, jaką obiekt może mieć tylko i wyłącznie ze sobą, reprezentowaną znakiem równości i formalnie zapisywaną jako $a = a$. Relacja ta jest w tym sensie szczególna, że, zgodnie z omawianą koncepcją, zachodzi ona niezależnie od tego, czy istnieją inne obiekty niż a . W przypadku większości języków pierwszego rzędu tak rozumiana tożsamość jest traktowana jako coś pierwotnego, spełniającego podstawialność *salva veritate* (termy posiadające ten sam zbiór desygnatów mogą być wymieniane bez zmiany wartości prawdziwościowej zdania), oraz prawo zwrotności (a nie może mieć innych własności niż to samo a) (*ibid.*: 15). W świetle tejże koncepcji pojęcia tożsamości, odróżnialności oraz przeliczalności (kardynalności; numerycznej wielości) są ściśle powiązane (zob. Bueno 2014). Pojęcie tożsamości jest centralne w tym kontekście, bowiem, jak się twierdzi, przeliczalność zbioru musi zakładać tożsamość każdego elementu. Jeżeli bowiem dany obiekt może być liczony tylko i wyłącznie raz w zbiorze do którego należy, musimy przyjąć, że jest on określonym, pojedynczym elementem zbioru, niezastępowalnym przez inny element (zob. Geach 1962; Jones 1964). Zakłada się tutaj standardowe ujęcie przeliczalności zbioru, zgodnie z którym pewien zbiór S jest przeliczalny, jeżeli istnieje iniekcja $f: S \rightarrow T$, gdzie (w sytuacji, gdy rozpatruje się zbiór skończony) $T \subset \mathbb{N}$, tj. zbiór S jest równoliczny z podzbiorem liczb naturalnych.

Przytoczoną powyżej koncepcję²⁴ French i Krause nazywają *self-identity*, która przedstawiona jest jako określony sposób (formalnego) rozumienia tradycyjnego pojęcia

²⁴ French i Krause przytaczają również przykłady alternatywnego wobec koncepcji pierwotnej tożsamości ujęcia indywiduacji obiektu niezależnie od własności obserwowalnych. Wymienione są koncepcje fundamentalnej jedności oraz substancji, wzięte są od, odpowiednio, scholastycznego filozofa Franciszka Suareza oraz

haecceitas. Termin ten pochodzi z metafizyki scholastycznej (zob. Cross 2014) – został wprowadzony przez szkotystów i stworzony na podstawie zaimka wskazującego „ta oto” (*haec*), stąd można tłumaczyć go jako „towość” (Głowala 2012: 15). Nieformalna, współczesna definicja towości jest następująca: „Towość jest własnością bycia identycznym z określonym, jednostkowym indywiduum – nie własnością, którą dzielimy z innymi, tj. własności bycia tożsamym z pewnym indywiduum, lecz moją własnością bycia tożsamym ze mną, twoją własnością bycia tożsamym ze sobą itd.” (Adams 1979: 6, tł. D. Luty). David Kaplan (1975) wyraża, zdaniem Roberta Adamsa, pogląd, że *haecceitas* sprowadza się do *pierwotnej tożsamości* bytu z samym sobą, gdzie „pierwotność” oznacza, że nie można danego obiektu utożsamić z nieodróżnialnym obserwacyjnie obiektem z innego świata możliwego (Adams 1979: 5). Ze względów pragmatycznych i aby uniknąć nieporozumień, zamiast terminów „*haecceitas*” oraz „self-identity” stosować będę termin „pierwotna tożsamość”.

Innym przykładem drugiego podtypu TI rozpatrywanym przez Frencha i Krausego jest teza haecceityzmu (*haecceitism*) dotycząca tego, jak światy możliwe reprezentują możliwości *de re*. Teza ta związana jest z semantyką modalną światów możliwych Davida Lewisa (1986a). Zwolennicy haecceityzmu będą odrzucać pogląd, że fakty dotyczące reprezentowania *de re* superwenują²⁵ na faktach dotyczących własności obserwowalnych (czy, w terminologii Lewisa, „jakościowych”). W tym sensie, haecceityzm jest tezą o charakterze modalnym, głoszącą, że dwa możliwe światy mogą reprezentować dwie różne możliwości również wtedy, gdy wszystkie własności obserwowalne zostaną „przesunięte” między poszczególnymi obiektami. Istotne w tym kontekście jest to, że zwolennik haecceityzmu nie musi uznawać istnienia *haecceitas*, ponieważ akceptacja modalnych konsekwencji haecceityzmu dostępna jest również dla nominalisty, negującego istnienie własności; „oczywiście, taki nominalista jest

Arystotelesa. W obu przykładach tym, co czyni z obiektu indywiduum, jest szczególna relacja, jaką byt ma sam ze sobą. W pierwszym przypadku jedność (niepodzielność) bytu, ma być tej samej natury co on sam. Stąd to, co rzeczywiście istnieje może być tylko niepodzielne (Gracia 1994: 480). W kontekście w którym koncepcja fundamentalnej jedności jest przywołana przez Frencha i Krausego, wydaje się, że gotowi byliby oni uznać, że chodzi tu przede wszystkim o byt jednostkowy. W drugim przypadku pojęcie substancji rozumiane jest, w sensie substancji pierwszych, standardowo: są one poszczególnymi bytami, o których można orzekać własności, ale które same nie mogą być orzekane o niczym innym, oraz które nie są częściami większej całości (Arystoteles 2013; zob. Robinson 2018).

²⁵ Superwenujencja jest pewną relacją, która zachodzi między zbiorami faktów. O zbiorze faktów *A* powiemy, że superwenuje na zbiorze faktów *B* wtedy tylko, gdy jakakolwiek zmiana *A* nie jest możliwa bez zmiany *B* (zob. McLaughlin 2018).

nam winny ujęcie indywidualności wystarczające do tego, aby utrzymać haecceityzm” (French, Krause 2006: 18).

Odniesienie powyższych rozważań dotyczących indywidualności do pytania o status cząstek elementarnych jako *fizycznych indywiduuów* realizowane jest następująco. French rozpatruje dwa podejścia do tego pytania. Przedstawia on następujące wersje ujęcia cząstek jako indywiduuów: pogląd „indywidualność + niedostępne stany” oraz pogląd „indywidualność + zachodzące między cząstkami relacje niesuperweningentne”. W pierwszym przypadku:

W istocie twierdzi się czasem, że za poglądem tym przemawia sama praktyki fizyki doświadczalnej z jej indywidualnymi śladami w komorze pęcherzykowej, pojedynczymi kliknięciami licznika czy błyskami na ekranie scyntylacyjnym. (...) Dobrze wpisuje się to w ogólne podejście do mechaniki kwantowej, w którym próbuje się interpretować tę teorię w kategoriach, które, mówiąc ontologicznie, możliwie nieznacznie różnią się od mechaniki klasycznej (czy lepiej – klasycznej mechaniki statystycznej). Pakiet ten mógłby zatem pełnić funkcję podstawowej ontologii dla jakiejś teorii ze zmiennymi ukrytymi, mówiąc ogólnie, czy, w szczególności, interpretacji Bohma–Hileya, w której mamy do czynienia z indywidualnymi cząstkami sunącymi po dobrze określonych trajektoriach czasoprzestrzennych (French 2018: 181–182, tł. M. Woszczyk, M. Kotowski).

Tego typu pogląd jest jednak głęboko problematyczny w świetle nieseparowalności stanów kwantowych, bowiem jako zasada indywiduacji cząstek wykorzystana jest w przedstawionym poglądzie zasada STI. Jeżeli przyjąć, że wyrazem poprawności STI w kontekście fizyki klasycznej jest lokalność związków przyczynowych, to w przypadku splątania kwantowego, będącego empirycznie dobrze potwierdzonym faktem przewidywanym przez QM, warunek separowalności jest złamany (Healey 1991): splątane cząstki znajdujące się w układach niepowiązanych interwałem czasopodobnym pozostają silnie kwantowo skorelowane, co stawia pod znakiem zapytania całą STI.

Należy w tym miejscu nieco szerzej wspomnieć o przywołanej przez Frencha mechanice bohmskiej (MB), która otwarcie zawiera cząstki-indywidua z dobrze określonymi położeniami, a mimo to jest *zarazem* nieseparowalna. Choć zauważa się, że MB tworzy właściwie klasa teorii (Deotto, Ghirardi 1998), to można wobec niej sformułować pewne ogólne zarzuty, które automatycznie stosują się do omawianego poglądu na indywidualność cząstek: „Z perspektywy ontologii fizyki cała MB wspiera się na „brutalnej” procedurze: segreguje wszystkie obserwabla na ontycznie niekontekstualne (położenia jako *ukryte* zmienne) i ontycznie kontekstualne (cała reszta), co wprowadza dualizm niezrozumiały ze względu na fundamentalną strukturę QM (...). Wbrew powtarzanej opinii, że w MB wierny pomiar położenia cząstki jest „po prostu” jego detekcją (np. Dorato 2007: 260), często tak nie jest: to,

co jest wynikiem pseudopomiarów położenia ze standardowej QM, niejednokrotnie nie pokrywa się z położeniami cząstek w sensie bohrowskim, które w takich przypadkach nie są nawet co do zasady obserwowalne (Gisin 2018)” (Woszczyk 2018: 73).

Należy zauważyć, że wskazane obserwabla niekontekstualne bazują na wielkościach, o których można stwierdzić, że „to nie tylko zmienne ukryte, ale też na zawsze fizycznie ukryte” (*ibid.*: 66). Związane to jest bezpośrednio z punktem wyjścia sposobu określenia podstawowych równań opisujących stany kwantowe w ramach MB, który opiera się na wskazaniu pewnej przestrzeni konfiguracyjnej dla „cząstek bohrowskich”, których stan kwantowy może być reprezentowany przez promień w przestrzeni Hilberta, co jest zakładane przez podstawowe równania MB (zob. *ibid.*: 62–63). Ponieważ MB ma być empirycznie równoważne standardowej QM, potrzebne są dodatkowe założenia uzgadniające określoność położenia oraz kwantowej nieseparowalności. Można tu wspomnieć założenie fal pilotujących w ramach pierwotnego sformułowania MB (Bohm, Hiley 1993: 28–30). Fale te pozwalają zdefiniować „globalną kwantową siłę potencjalną”, radykalnie modyfikującą zasadniczo klasycznie rozumiane trajektorie cząstek (Woszczyk 2018: 64), jednocześnie gwarantując spełnialność praw zachowania, co przy określoności trajektorii pozwala postulować klasycznie ujmowane strukturę przyczynową i determinizm. Jest jednak tak, że MB nie może być lorentzowsko niezmiennicza. Pierwszym powodem jest to, że w opisie dynamiki bazuje się w MB między innymi na nierelatywistycznym równaniu Schrödingera. Drugim powodem natomiast jest wymóg podania momentalnego stanu przestrzeni konfiguracyjnej w czasie absolutnym, co jednoznacznie wymusza przyjęcie jakiejś absolutnej czasoprzestrzeni. Sugeruje to sytuację, w której można twierdzić, że właściwie w przypadku MB najbardziej fundamentalna ontologicznie jest baza kinematyczna, a nie dynamika; baza ta jest jednak z definicji „ukryta”, a zatem permanentnie niemierzalna, co niektórych autorów skłania do poglądu, że w MB postuluje się „eter kwantowy” (*ibid.*: 70):

Konsekwencje przyjęcia deterministycznej QM z przestrzenną nielokalnością są więc paradoksalne, przynajmniej z perspektywy ontologii przyczynowości i podstaw QM w ogóle. Radykalnie nowe efekty fizyczne QM są co prawda wyjaśniane spójnie i bez fizycznych paradoksów, ale przez konceptualny regres do hybrydowej, opartej na prędkościach mechaniki arystotelesowsko-kartezjańskiej z empirycznie niewykrywalnym eterem (na zawsze ukrytymi zmiennymi), w której, wbrew pierwotnym intencjom interpretacji określonej przez Bohma jako „kausalna” (Bohm, Hiley 1993: 28–55), pojęcie ontycznego przyczynowania wydaje się zbędne: przypomina ona raczej d’alembertowsko-lagranżowską z ducha mechanikę konfiguracyjną, tyle że nieklasyczną - z wielkościami fizycznymi, poza położeniami, nielokalnie „rozsmarowanymi” na hiperpowierzchniach (nieprzypisywalnymi do cząstek ani obszarów) (Woszczyk 2018: 71).

Jeżeli zgodzić się z powyższą analizą, okazuje się, że STI zawodzi nie tylko ze względu na nielokalność kwantową – nie zyskuje ona niekontrowersyjnego wsparcia również ze strony wersji QM zakładającej określoność położenia cząstek. W przypadku opcji „indywidualność + zachodzące między cząstkami relacje niesuperweningentne”, drugiej wersji poglądu głoszącego indywidualność cząstek, French stwierdza:

(...) możemy utrzymywać, że cząstki kwantowe są indywiduami, pod warunkiem, że zaproponujemy odpowiednią reinterpretację stojącego za nieseparowalnością splątania. Paul Teller dokonał tego w kategoriach relacji niesuperweningentnych – to jest relacji, które nie są ani zdeterminowane, ani zależne od nierelacyjnych własności swoich elementów. Argument przebiega w następujący sposób:

1. Ze szczególną naturą tak zwanych stanów splątanych mamy do czynienia jedynie wtedy, gdy rozważamy pomiary korelacji między obserwabkami dla poszczególnych cząstek.
2. Tego rodzaju statystyczne korelacje wyrażają relacyjną własność cząstek.
3. Funkcji stanu reprezentujących te korelacje nie da się zredukować do prostych produktów funkcji opisujących każdą cząstkę z osobna.
4. Układ posiada określoną własność wredy i tylko wtedy, gdy znajduje się w odpowiadającym jej eigenstanie.

Zatem:

5. Układ w eigenstanie reprezentowanym przez superpozycję posiada własność relacyjną, której nie da się zredukować do monadycznej własności cząstek. Te własności relacyjne są więc silnie niesuperweningentne w tym sensie, że nie są zależne od jakiegokolwiek (wewnętrznej czy zewnętrznej) monadycznej własności cząstki (French 2018: 183–184, tł. M. Woszczeck, M. Kotowski).

French uważa, że przedstawione powyżej wersje poglądu głoszącego indywidualność cząstek kwantowych są w tym minimalnym sensie zgodne z QM, że fizyka ta nie wymusza porzucenia tegoż poglądu (French 2018: 187; 2014: 36–37), mimo jego niedających się zignorować trudności. Jako przykład takiej trudności podaje się w EOSR1 kwestię nazywania cząstek poprzez przyporządkowanie im indeksów: czy nazwy te należy rozumieć jako sztywne desygatory, czy też jako (zamaskowane) deskrypcje określone (French 2018: 185). W odniesieniu do podejścia ze sztywnymi desygatorami, takiego, jakie zaprezentował Saul Kripke, wykazuje się, że jest ono niezdolne do uchwycenia sytuacji niepodpadających pod statystykę Maxwella–Boltzmann (Maidens 1998). Wynika to wprost z założenia w teorii Kripkego punktu wyjścia, w którym pewne stany układów klasycznych (np. kości do gry) rozpatrywane są jako bezpośrednio dane i podstawowe (French 2018: 186). W odniesieniu do podejścia z deskrypcjami określonymi twierdzi się, że wymusza ono jakąś postać esencjalizmu, choć „pogląd ten niestety również nie zadziała, lecz deskrytywista może przynajmniej

wytłumaczyć dlaczego: byty, między którymi zachodzą relacje niesuperweningentne, zwyczajnie nie poddają się jednoznacznie odróżniającym deskrypcjom” (*ibid.*: 187).

Tego typu koncepcje, w których akceptuje się zasadę indywidualności bazującą na PII, są problematyczne w kontekście fizyki kwantowej, bowiem „utożsamiając zależne od stanu własności cząstek ze wszystkimi monadycznymi i relacyjnymi własnościami, które można wyrazić za pomocą fizycznych wielkości związanych z operatorami samosprzężonymi zdefiniowanymi dla indywidualnych cząstek, da się pokazać, że dwa bozony lub dwa fermiony w odpowiednim stanie superpozycji posiadają dokładnie te same własności, co do jednej. Pogwałcona zostaje więc najśłabsza forma PII i oczywiście, tym samym, pozostałe również” (*ibid.* 189). Do kwestii związanych z bozonami, fermionami oraz dotyczących ich symetriami, wróć w następnym podrozdziale. Na podstawie powyższych rozważań zdaje się, że, ogólnie, pogląd, zgodnie z którym cząstki elementarne są zwykłymi indywidualnymi, istnieje raczej w logicznej przestrzeni możliwości interpretacyjnych niż w ramach założeń konceptualnych akceptowanych przez samych fizyków. Jednakże z perspektywy MU istotne jest jedynie przekonujące uzasadnienie, że ta opcja daje się w ogóle jakkolwiek wyartykułować.

Druga alternatywa dylematu wyrażonego w odnośnym argumente głosi, że cząstki są obiektami, ale nie-indywidualnymi. Tego typu obiekty nie posiadają tożsamości pozwalającej bezpośrednio odnosić się do danego, konkretnego bytu. Raczej jest tak, że owe nie-indywidua mogą tworzyć pewien (*quasi*-)zbiór, który „pozostaje identyczny mimo zamiany jego (nieodróżnialnych) elementów” (*ibid.*: 191). Ujęcie cząstek elementarnych jako bytów nie-indywidualnych traktowane jest przez zwolenników EOSR1 jako pogląd standardowy w fizyce kwantowej. Uzasadniając to przekonanie, przywołują oni opinię Nielsa Bohra, który stwierdził, że „(...) nowa statystyka kwantowa nie znajduje żadnego jednoznacznego zastosowanie w ramach zwykłej mechaniki statystycznej, w której istnienie działania kwantowego jest zaniedbywane i cząstki traktowane są jako indywidualne, dynamiczne byty” (Bohr 1985: 398, cyt. za French, Krause 2006: 110). Ponadto, przywołany zostaje również w tym kontekście pogląd Erwina Schrödingera:

zostaliśmy zmuszeni do porzucenia poglądu, że cząstka jest jednostkowym bytem, który na zawsze zachowuje swoją tożsamość. Czujemy się zobowiązani do poglądu zupełnie przeciwnego – że ostateczne składniki materii nie mają w ogóle żadnej tożsamości (...). Upraszam się o podkreślenie tego i nakłaniam, by w to wierzono. Nie jest to kwestia naszej zdolności do ustalenia tożsamości w pewnych przypadkach i niemożności uczynienia tego w innych. Poza wszelką wątpliwość, pojęcie „bycia takim samym”, tożsamości, naprawdę jest pozbawione znaczenia (Schrödinger 2014: 121–122, tł. D. Luty).

Omawiana kwestia jest dobrze udokumentowanym faktem fizycznym, którego wyrazem są obowiązujące w tym kontekście kwantowe symetrie permutacyjne, do których wrócić niebawem przedstawiając koncepcję struktury modalnej w EOSR1.

Niemożliwość stwierdzenia tożsamości w przypadku nie-indywiduów wymaga niestandardowej teorii zbiorów, skoro, jak wskazałem wcześniej, przeliczalność jest związana z tożsamością. Do opisanego typu bytów sformułowany został aparat formalny kwasetów (Dalla Chiara, Toraldo di Francia 1993; 1995; Dalla Chiara, Toraldo di Francia, Krause 1998), na którym bazują French i Krause (2006: 275) proponując teorię *quasi*-zbiorów (*q*-zbiorów). Przedstawiając to w znacznym uproszczeniu: w teorii *q*-zbiorów zakłada się aksjomatykę teorii mnogości Zermelo–Fraenkla z urelementami (ZFU), przy czym urelementy dzieli się na dwa typy – *m*-atomy i *M*-atomy. *M*-atomy mają wszystkie własności opisywane przy pomocy zwykłej ZFU, natomiast do *m*-atomów nie stosuje się standardowa koncepcja tożsamości. *Q*-zbiory zdefiniowane są w omawianej teorii jako to, co nie jest urelementem, „czysty *q*-zbiór” natomiast jest *q*-zbiorem wyłącznie nieodróżnialnych *m*-atomów (*ibid.*: 276–277). Kluczowe jest to, że w omawianej teorii, gdy rozpatruje się zbiory nieskończone, nieodzowne okazuje się odmienne podejście do kardynalności zbioru. *Q*-zbiory mogą mieć liczbę kardynalną (nazywaną przez Frencha i Krausego *quasi*-kardynalnością), lecz nie mogą mieć liczby porządkowej. Oznacza to, że w ramach omawianej teorii poprawne jest głoszenie wielości obiektów bez możliwości ich uporządkowania i jednoznacznego policzenia, co łączy się zresztą z przedstawioną przeze mnie wcześniej analizą pojęcia agregatu sformułowaną przez Weyla (podrozdz. 1.3.1). Brak określonej liczby porządkowej wynika bowiem w teorii *q*-zbiorów z tego, że relacja porządku określona na *m*-atomach nie może być dobrze zdefiniowana, jeżeli obiekty te nie mają tożsamości – można zatem zamieniać je miejscami (Arenhart 2015: 1331). W tym przypadku, określona liczba kardynalna zbioru nie implikuje dobrze określonej tożsamości jego elementów, a zatem można mówić o braku koniecznego związku między tożsamością a numeryczną wielością (Krause, Arenhart 2019: 19).

Ten wniosek ma określony odpowiednik w fizyce. Przypuśćmy, że od określonego atomu oderwany zostaje elektron μ , w związku z czym atom ten staje się jonem. Później, elektron ν jest przechwycony przez ten atom, wskutek czego staje się on ponownie obojętny. Jaka jest różnica między wyjściowym atomem i jego (ponownie) obojętnym stanem? Cóż, jak wiemy, nie ma żadnej różnicy, ponieważ fizyka kwantowa nie pozwala na rozróżnienie między μ i ν (...). Jednakże, można stwierdzić, że w pewnym sensie μ i ν są w określonym „porządku”, ponieważ jeden elektron był oderwany podczas gdy „inny” został przechwycony. Lecz to „uporządkowanie” jest jedynie metateoretyczne (...). To samo może być stwierdzone o uporządkowaniach (...) [*m*-atomów – dop.

D. Luty] (...). Każde rozróżnienie między nimi jest czysto metamatematyczne (*ibid.*: 283, tł. D. Luty).

Wobec obrazu z obiektami nie-indywidualnymi wysuwa się zastrzeżenia związane z opisem pól kwantowych: „z jednej strony można utrzymywać, że pola same są w pewnym sensie indywidualnymi, wskazując, że koncepcja indywidualium obejmuje to, co rozumiemy przez konkret, a pola są konkretnymi. Dalej można też z naciskiem stwierdzać, że pola są substancjalne, gdyż przenoszą energię – rola substancji w fizyce nie oznacza już bowiem tego, co nieprzenikliwe, lecz to, co odbiera i przekazuje energię” (French 2018: 195–196). Ponadto, wobec samej koncepcji nie-indywidualności można, jak wskazuje French, sformułować zarzut, że tak naprawdę pozwala ona na formułowanie tez dotyczących jedynie *rozróżnialności*. W świetle akceptowanej przez zwolenników EOSR1 dystynkcji między tożsamością, rozróżnialnością oraz indywidualnością, koncepcja nie-indywidualności dotyczyłaby braku określonej tożsamości obiektów *ze względu* na nierozróżnialność cząstek, sugerowaną przez nieseparowalność stanów kwantowych oraz przez niemożliwość obserwacji permutacji położenia i spinów identycznych cząstek kwantowych. Wówczas jednak omawiana koncepcja rzeczywiście nie umożliwiałaby stwierdzenia czegoś na temat ontologicznie rozumianej *indywidualności* cząstek (*ibid.*: 183). To spostrzeżenie ma prowadzić do podkreślenia, że w przypadku nie-indywidualności nadal rozpatruje się pewne obiekty (tak jak w kontekście obrazu cząstek jako indywidualium), tyle, że innego typu (French 2015).

Skoro oba ujęcia cząstek – zarówno jako obiektów indywidualnych, jak i nie-indywidualnych – są, zdaniem zwolenników EOSR1, zgodne z QM, a oba obrazy są do pewnego stopnia problematyczne, to być może źródłem problemu jest to, że w obu przypadkach podstawą twierdzeń ontologicznych jest sama koncepcja *obektu*. Proponowanym w EOSR1 rozwiązaniem tej trudności interpretacyjnej ma być całkowita eliminacja obiektów, czy to indywidualnych czy nie-indywidualnych, z ontologii świata fizycznego (French 2019: 1). Celem uniknięcia niekonsekwencji, odnośny eliminacjonizm obejmuje nawet obiekty „makroskopowe”, takie jak stoły czy biurka (French 2019: 5). Nie oznacza to, rzecz jasna, że byty potocznej ontologii człowieka okazują się być iluzjami: w EOSR1 wskazany jest sposób, jak w kontekście tego stanowiska ujmować kwalifikację prawdziwościową zdań odnoszących się do „codziennych” obiektów:

możemy nadal uznawać za prawdziwe pewne stwierdzenia fizyków odnoszące się do cząstek czy też wypowiedzi o stołach czy krzesłach z naszego codziennego życia, korzystając z teorii prawdy Horgana i Potra. Zdanie „istnieją stoły” jest prawdziwe w sensie pośredniego odniesienia ze względu na kontekstualnie operacyjne standardy obowiązujące dla codziennego użycia języka,

jednakże zdanie „nie istnieją stoły”, w odniesieniu do bytów fundamentalnych, jest również prawdziwe, w sensie bezpośredniego odniesienia, ze względu na standardową koncepcję prawdy Tarskiego (...). Alternatywnie, jeżeli nie chce się być rewizjonistą w odniesieniu do semantyki, można preferować teorię uprawdziwiciela Camerona, zgodnie z którą zdanie „istnieją stoły” może być uznane za prawdziwe, lecz nie dlatego, że stoły istnieją rzeczywiście, tylko dlatego, że fundamentalne aspekty świata – w moim poglądzie jest to struktura – sprawiają, że takie zdania są prawdziwe (...) (*ibid.*: 7, tł. D. Luty).

Stąd też zwolennik EOSR1 zmuszony jest uznawać radykalny redukcjonizm ontologiczny w takiej postaci, w której głosi się, że wszystkie byty niebędące bytami opisywanymi przez fundamentalne teorie naukowe redukują się ostatecznie do fundamentalnych (fizycznie) struktur. W kontekście EOSR1 wyrażenia „redukują się” nie rozumie się w jakimkolwiek sensie dopuszczającym pogląd, że obiekty mogą istnieć samoistnie, np. jako lokalne całości utworzone (składające się) z fundamentalnych struktur (French 2019: 15). Jest to, jak sądzę, zastrzeżenie zrozumiałe w przypadku ewentualnych porównań z esencjalizmem mereologicznym (Chischolm 1973). Odrzuca się również bardziej emergencyjne koncepcje związku między fundamentalnymi i niefundamentalnymi poziomami świata (McLaughlin 1997; Wilson 2002; O'Connor, Wong 2005; Kim 2006). Akceptuje się natomiast w EOSR1 pewną szczególną wersję wprowadzonej przez Lowe'a koncepcji ontologicznej, esencjalnej zależności_E (Tahko, Lowe 2015). Jej definicja jest następująca: „istnienie x zależy_E od y $\stackrel{\text{def}}{=}$ jeżeli częścią istoty x jest to, że x istnieje tylko, gdy istnieje y ” (*ibid.*: 182, tł. D. Luty). Zostaje ona przeformułowana w EOSR1 następująco: „Nasze domniemane obiekty istnieją (w pewnym sensie) tylko, jeżeli istnieje odpowiednia struktura. Zależność od niej polega na tym, że nie można nic stwierdzić o obiektach – wewnętrznych własności, tożsamości, składu, czegokolwiek – co nie jest wyrażone, w sensie metafizycznym, w terminach tej struktury. Zatem to, co istnieje, to nie obiekty w jakimkolwiek ontologicznym sensie, a odpowiednie poszerzenie omawianego pojęcia zależności sprawia, że możemy mówić zaledwie o konceptualnej zależności między obiektami a strukturą” (French 2010b: 106, tł. D. Luty).

3.1.2. Struktura modalna

Teza dotycząca eliminacji obiektów z ontologii jest negatywną częścią EOSR1. Pozytywną część tworzą tezy stwierdzające, że istnieje tylko i wyłącznie fundamentalna modalna dynamiczna struktura świata, gdzie modalność ta przejawia się poprzez prawa

przyrody oraz symetrie. Do tej struktury w pełni redukować się mają obiekty. Standardowo, co już wiele razy przywoływałem, przez strukturę S rozumie się parę (D, R) , gdzie D stanowi dziedzinę przedmiotową teorii, zaś R określone na niej relacje. Jest jasne, że zwolennik EOSR1 będzie, na podstawie rozważań przedstawionych przeze mnie powyżej, traktować D jako zbiór pusty. W rezultacie zamiast konkretnych elementów relacji zwolennik EOSR1 uznawać będzie *co najwyżej* puste miejsca (French 2014: 302). Ten pogląd spowodował pewne nieporozumienia dotyczące tego, czy w ramach EOSR1 nie reifikuje się po prostu struktury matematycznej rozumianej jako struktura *ante rem* w strukturalizmie matematycznym (Shapiro 1997; Resnik 1997; Nodelman, Zalta 2014). Do tej kwestii powrócę omawiając zarzuty skierowane przeciwko omawianemu stanowisku. Zwolennicy EOSR1, przynajmniej w deklaracjach, twierdzą, że nie traktują zbioru (czy „sieci”) relacji jako matematycznych czy logicznych konstruktów, ponieważ przypisują im fizyczną realność:

Zarys obrazu, który będę przedstawiał, można ukazać następująco: ontologia, którą powinniśmy „wyczytać” z naszej fizyki, powinna dotyczyć praw i symetrii, rozumianych jako aspekty (*features*) struktury świata. Prawa charakteryzują relacje między własnościami, które identyfikowane są ze względu na ich nomiczną rolę. Jednakże, zamiast stwierdzać o tych własnościach, że są egzemplifikowane przez metafizycznie mocne obiekty, zwolennik OSR rozumie je jako zależne od istotnych praw i symetrii. O ile prawa i symetrie kodują istotny zakres możliwości fizycznych, struktura, której są aspektami, może być traktowana jako modalna (French 2014: 64, tł. D. Luty).

Jedną część tezy (3) tworzy zatem *modalne* rozumienie symetrii. Jest ono w EOSR1 używane przede wszystkim w kontekście fizyki kwantowej i wykorzystywanej w niej grupy przekształceń permutacyjnych. Symetria permutacyjna jest wzajemnie jednoznaczny odwzorowaniem (bijekcją) danego zbioru na siebie, dającym określoną grupę przekształceń oznaczaną $S(X)$, gdzie X jest niepustym zbiorem. Ogólnie, przez grupę rozumie się parę uporządkowaną (G, \circ) , gdzie G jest niepustym zbiorem, zaś \circ dwuargumentowym działaniem, która spełnia takie własności, że działanie to jest łączne (tj. dla każdego $a, b, c \in G$, $(a \circ b) \circ c = a \circ (b \circ c)$), posiada element neutralny (tj. $\exists e \in G \forall g \in G e \circ g = g \circ e = g$) oraz posiada element odwrotny (tj. $\forall g \in G \exists g^{-1} \in G g \circ g^{-1} = g^{-1} \circ g = e$). W przypadku grupy permutacji jej elementami są wszystkie permutacje zbioru X , natomiast działaniem jest działanie składania funkcji. O pewnym obiekcie stwierdza się, że jest symetryczny ze względu na permutacje, jeżeli jest niezmienniczy pod przekształceniami określonymi przez elementy grupy $S(X)$ (French, Rickles 2003: 213).

Niezmienniczość permutacyjna (*permutation invariance*, PI) jest spełniona dla układów kwantowych, nie zaś dla układów klasycznych i interpretuje się ją w EOSR1 twierdząc, że PI

„odzwierciedla aspekt struktury świata w tym sensie, że razem z innymi fundamentalnymi zasadami symetrii efektywnie wiąże ‘sieć relacji’, działając na strukturę w taki sposób, że konstytuuje ona odpowiednie rodzaje. Ponadto, PI może być rozumiana jako wewnętrznie modalna ze względu na kodowanie możliwości reprezentowanych przez statystykę kwantową, wliczając parastatystykę” (French 2014: 270, tł. D. Luty). Pogląd ten objaśniany jest w kontekście zagadnienia liczenia stanów układów kwantowych składających się z nierozróżnialnych cząstek w ramach nierelatywistycznej QM, głównie w odniesieniu do statystyk kwantowych Bosego–Einsteina i Fermiego–Diraca opisujących, odpowiednio, rozkłady dwóch fundamentalnych rodzajów cząstek: bozonów i fermionów. Charakterystyczne dla bozonów jest to, że posiadają spin całkowity oraz że mogą znajdować się w tym samym stanie kwantowym. Fermiony natomiast, np. elektrony, cechuje to, że mają spin półkowy i ze względu na zakaz Pauliego nie mogą znajdować się jednocześnie w tym samym stanie kwantowym. Nierozróżnialność stwierdza się o cząstkach w tym sensie, że ze względu na wszelkie dostępne dane empiryczne, wszystkie cząstki tego samego rodzaju mają te same cechy, takie jak ładunek czy masę. Stan kwantowy układów kwantowych składających się z jednej bądź wielu cząstek reprezentowany jest przez promień Ψ w liniowej przestrzeni Hilberta \mathcal{H} , gdzie Ψ jest zbiorem wektorów niezerowych, z których można dowolnie wybrać wektor będący wektorem stanu danego układu kwantowego (zapisywanym dalej w notacji braketowej). Obserwable \hat{O} , czyli wielkości mierzalne, układów kwantowych reprezentowane są przez operatory hermitowskie (operatory samosprężone), dokładniej: wielkości mierzalne są wartościami własnymi tych operatorów działających na wektorach stanów w \mathcal{H} określonej dla danego układu kwantowego.

French i Rickles (2003: 216) rozpatrują przypadek układu kwantowego składającego się z dwóch nierozróżnialnych cząstek. Przestrzeń Hilberta dla tego układu to $\mathcal{H}_{total} = \mathcal{H}_1 \otimes \mathcal{H}_2$, co znaczy, że \mathcal{H}_{total} utworzona jest przez iloczyn tensorowy przestrzeni \mathcal{H}_1 i \mathcal{H}_2 . W rozważanym przypadku indeksy odnoszą się do cząstek tworzących układ. Jeżeli cząstki znajdują się w czystych stanach kwantowych ϕ i ψ , to czysty stan całego układu można zapisać jako $\Psi = \phi \otimes \psi$. Elementy grupy permutacyjnej, będące w omawianym kontekście operatorami permutacyjnymi \hat{P} , działają na Ψ w taki sposób, że można zapisać: i) $\hat{P}_{id}(\Psi) = (\phi \otimes \psi)$ oraz ii) $\hat{P}_{\phi\psi}(\Psi) = (\psi \otimes \phi)$. Z powodu symetrii stanu Ψ ze względu na ϕ oraz ψ możemy utożsamić ze sobą stan przed i po dokonaniu permutacji. Stąd hamiltonian \hat{H}_Ψ (operator działający na wektory stanu, odnoszący się do energii potencjalnych i kinetycznych, reprezentujący fizycznie możliwe stany układu) dla układu Ψ jest również symetryczny ze

względu na stany ϕ i ψ . Ponieważ symetria jest określona przez grupę permutacyjną, \hat{H}_Ψ spełnia PI – operatory hermitowskie (obserwable) komutują z operatorami permutacyjnymi. Dlatego dla dowolnego stanu ψ i operatorów \hat{P} oraz \hat{O} można zapisać:

$$\langle \psi | \hat{O} | \psi \rangle = \langle \hat{P}\psi | \hat{O} | \hat{P}\psi \rangle = \langle \psi | \hat{P}^{-1} \hat{O} \hat{P} | \psi \rangle. \quad (17)$$

W ten sposób oddany jest jeden aspekt modalności fizycznej kodowanej przez PI: wymusza ona ograniczenie na to, jakie obserwable danego układu kwantowego są dopuszczalne, tj. jakie liczą się jako *fizycznie możliwe*. Drugi aspekt modalny PI dotyczy, w ujęciu zwolenników EOSR1, związku między PI a podziałem na dwa fundamentalne rodzaje cząstek: „sama ta zasada (PI – dop. D. Luty) traktowana jest jako aspekt struktury świata. Opisanie tej roli w terminach działania PI jako pewnego rodzaju warunek wstępny nałożony na świat jest po prostu sposobem stwierdzenia, że struktura świata raczej jest *taka* niż *inna*, gdzie słowo ‘inna’ odnosi się do światów (przypuszczalnie niemożliwych fizycznie), w których stany złożonych układów cząstek są ograniczone w odmienny sposób ” (French 2014: 269, tł. D. Luty). Ten pogląd można potraktować jako negację empirystycznej interpretacji pojęć symetrii występujących w nauce, tj. jako odrzucenie tezy, że symetrie stanowią *tylko i wyłącznie* racjonalną metodę rozwiązywania problemów empirycznych i opisu sytuacji badawczej (van Fraassen 1989). W kontekście tej tezy rozpatruje się fundamentalne rodzaje cząstek jako dane empirycznie, natomiast symetrie stanowią skuteczny sposób modelowania zjawisk kwantowych. W EOSR1 natomiast symetrie związane z PI traktowane są, w pewien niestandardowy sposób, jako *wyjaśnienie* podziału na rodzaje cząstek oraz tego, dlaczego właśnie te rodzaje są zaktualizowane w rzeczywistym świecie.

Bliżej charakteryzuje się tę tezę następująco. W sytuacji, w której w przestrzeni Hilberta \mathcal{H} określone są tylko i wyłącznie cztery czyste stany kwantowe dwóch nierozróżnialnych cząstek $\{\phi \otimes \phi, \phi \otimes \psi, \psi \otimes \phi, \psi \otimes \psi\}$ oraz dana jest grupa przekształceń permutacyjnych, można określić reprezentację, która przyporządkowuje operator unitarny, działający na wektor stanu $\Psi \in \mathcal{H}$, każdemu operatorowi permutacyjnemu \hat{P} . Termin „reprezentacja” ma tutaj sens wyłącznie techniczny: reprezentacja ρ grupy G na przestrzeni liniowej V jest odwzorowaniem przyporządkowującym elementom $g \in G$ operator liniowy $\hat{O}(V)$. Istotne dalej jest pojęcie reprezentacji nieprzywiedlnej. W uproszczony sposób (bez odnoszenia się do ważnego w tym kontekście zapisu macierzowego) można stwierdzić, że reprezentacja jest nieprzywiedlna, jeżeli w jej kontekście jedynymi niezmienniczymi pod transformacjami permutacyjnymi podprzestrzeniami są przestrzeń zerowa $\{0\}$ oraz cała \mathcal{H} (French, Rickles 2003: 218).

W przypadku rozważanego układu dwóch cząstek, jak twierdzą French i Rickles, nieprzywiedlne reprezentacje grupy $S(X)$ określone są dla podprzestrzeni niezmienniczych przestrzeni Hilberta danego układu. Stwierdza się wobec tego:

podprzestrzenie reprezentują symetryczne sektory odnoszące się do możliwych typów symetrii permutacyjnej, pod które podpadają cząstki, których wektory stanów należą do danej podprzestrzeni. W rozważanym przez nas przypadku okazuje się, że całkowita przestrzeń Hilberta jest podzielona na dwie podprzestrzenie niezmiennicze pod grupą permutacji: (i) na (trójwymiarową) symetryczną podprzestrzeń (na których określone są trzy wektory: $\{\varphi \otimes \varphi, \psi \otimes \varphi, \varphi \otimes \varphi + \psi \otimes \varphi\}$), odpowiadające bozonom; oraz ii) na (na jednowymiarową) antysymetryczną podprzestrzeń (na której określony jest jeden wektor: $\{\varphi \otimes \varphi - \psi \otimes \varphi\}$), odpowiadająca fermionom. Podprzestrzeń symetryczna jest przywiedlna, lecz trzy dalsze podprzestrzenie są jednowymiarowe i stąd nieprzywiedlne: nie zawierają żadnych kolejnych permutacyjnie niezmienniczych podprzestrzeni właściwych. Dlatego też reprezentacje nieprzywiedlne odpowiadają *typom* cząstek (*ibid.*, tł. D. Luty).

Wymienieni autorzy podkreślają, że w przypadku układów złożonych z więcej niż dwóch cząstek można automatycznie rozpatrywać więcej podprzestrzeni przestrzeni Hilberta niezmienniczych pod $S(X)$, co prowadzi do typów symetrii niedotyczących obserwowanych w przyrodzie rodzajów cząstek, z czego wynika, że można rozpatrywać tzw. parastatystykę cząstek niebędących ani fermionami, ani bozonami (tylko np. parafermionami). PI dopuszcza zatem matematyczną nadmiarowość opisu, na co została sformułowana odpowiedź w ramach tzw. postulatu symetryzacji, zgodnie z którym stany kwantowe cząstek tego samego rodzaju mogą być opisane wyłącznie symetrycznymi bądź antysymetrycznymi funkcjami falowymi, co jest interpretowane jako ograniczenie możliwych rodzajów cząstek do wskazanych dwóch. W tym też sensie, zdaniem zwolenników EOSR, PI razem z postulatem symetryzacji określają możliwości fizyczne w aktualnym świecie: „Różnica między postulatem symetryzacji a PI może być oddana następująco: postulat symetryzacji wyraża ograniczenie stanów dla wszystkich obserwabli Q , podczas gdy PI wyraża ograniczenie obserwabli Q dla wszystkich stanów. Z tej perspektywy rolą PI jest ograniczenie dostępności określonych stanów w ten sposób, że jeśli cząstki znajdują się w określonym zbiorze stanów, czy to Bosego–Einsteina, Fermiego–Diraca czy parastatystycznym, to nie mogą już przemieścić się do innego zbioru” (*ibid.*: 219, tł. D. Luty).

Druga część tezy (3) EOSR1 dotyczy z kolei modalnego rozumienia praw. Zaczę od krótkiego omówienia dostępnych (metafizycznych) interpretacji pojęcia prawa. W ujęciu Lewisa (1983) prawa są bowiem jedynie opisami powszechnie obserwowalnych regularności i dotyczące ich fakty superwenują na zbiorze wszystkich poszczególnych *niemodalnych*

faktów o elementach humowskiej „mozaiki” (zob. Hall 2015). Ma to służyć, w kontekście semantyki światów możliwych, do stwierdzenia, że żadne dwa światy nie mogą różnić się odnośnie do praw, jeżeli nie różnią się odnośnie do obserwowalnych (w terminologii Lewisa „jakościowych”) faktów. Należy wszakże zauważyć, że na gruncie filozofii Lewisa podejście do praw jest *realistyczne*, tj. twierdzi się, że stwierdzenia dotyczące powszechnych związków między własnościami mają charakter faktualny, aczkolwiek całkowicie *przygodny*.

Ta koncepcja niesie ze sobą dwa zagadnienia: jaki jest sposób opisu regularności oraz jaka jest baza ich stwierdzalności. W pierwszym przypadku głosi się, że prawa (opisy regularności) należą do wszystkich prawdziwych systemów dedukcyjnych o odpowiednim stosunku ich mocy wyjaśniającej do prostoty (Lewis 2001: 73). Prawa odróżnione są w tym kontekście od przypadkowo powtórzonych koincydencji ze względu na *najlepszy* stosunek między prostotą i mocą wyjaśniającą systemu, do którego prawa te należą. W naturalny sposób zatem prawa są w tym podejściu przede wszystkim częścią nomologiczno-dedukcyjnego modelu wyjaśniania. Wskazuje się jednak, że jeżeli nie chodzi wyłącznie o rekonstrukcje rozumowań w nauce, a również o precyzyjne określenie, czym prawa są, to pojawia się wątpliwość dotycząca kryterium „odpowiedniego stosunku” między mocą a prostotą systemu dedukcyjnego, jest to bowiem jednoznacznie zrelatywizowane do potrzeb i możliwości podmiotów ludzkich (Roberts 2008: 10; Maudlin 2007: 16).

W przypadku zagadnienia bazy dla stwierdzania regularności formułuje się w tym kontekście następujący problem. Jeżeli tę bazę tworzą wyłącznie własności obserwowalne, natomiast prawa w pełni zależne są od tych własności, to jeżeli dwa światy możliwe są odmienne właśnie ze względu na własności obserwowalne, to przynajmniej w zasadzie jest dopuszczalne, że z tego względu obowiązywać będą dla nich odmienne prawa. Wydaje się to jednak nieintuicyjne, ponieważ jeżeli pewien ogólny związek ma mieć charakter prawa, to powinien móc zachodzić niezależnie od konkretnych faktów występujących w danym świecie możliwym. Przypuszczalnie dane prawo przyrody powinno obowiązywać zarówno w świecie wypełnionym materią, jak i w świecie, w którym znajduje się tylko jeden elektron (zob. Lange 2000: 85). Podobnie w „pustych” rozwiązaniach równań pola Einsteina, gdzie nie występuje energia-pęd, również obowiązują prawa fizyki relatywistycznej (Maudlin 2007: 67). Humowskie ujęcie praw jest w związku z tym problematyczne i nie jest ono traktowane w EOSR1 jako koncepcja słuszna (zob. French 2014: 238).

Alternatywne ujęcia praw obejmują antyrealistyczne wobec nich nastawienie, albo w wersji empirystycznej (van Fraassen 1989), albo w wersji metafizycznej, głównie w stanowiskach dyspozycjonalistycznych, gdzie uznaje się, że prawa są faktualne i mają

ontologiczne ugruntowanie w mocach przyczynowych, tylko jednakże nie są fundamentalne i nieredukowalne do własności (Mumford 2004; Bird 2007). Natomiast inne realistyczne podejście zawarte jest przykładowo w pracach Davida Armstronga (1978; 1983, 1993, 1995), gdzie o prawach stwierdza się: „Przypuśćmy, że prawo stwierdza, iż F jest G . Własności F i G są interpretowane jako powszechniki. Określona relacja, relacja nielogicznego czy przygodnego ukoniecznienia, zachodzi między F i G . Można to oznaczyć jako ‘ $N(F, G)$ ’” (Armstrong 1983: 85, tł. D. Luty). Relacja N , w odpowiedzi na krytykę, traktowana jest jako relacja przyczynowa (Armstrong 1993: 422). W przypadku EOSR1, ze względu na realistyczny charakter tego stanowiska, ujęcie praw w sposób instrumentalistyczny nie jest czymś pożądanym, natomiast z powodu eliminacji obiektów nie jest dostępna klasyczna (zorientowana na obiekty) opcja dyspozycjonalistyczna, nie istnieje bowiem nic, co mogłoby być nośnikiem własności dyspozycyjnych. Opcja humowska również, oczywiście, nie jest dostępna w ramach EOSR1, skoro prawa mają być nieredukowalne do regularności. Nie akceptuje się w EOSR1 również ujęcia Armstronga, ze względu na dotyczące powszechników wątpliwości związane z trudnością w ustaleniu jasnych kryteriów tego, czy można je klasyfikować jako naturalne bądź nie, a zatem czy istotnie mają coś wspólnego z nauką i naturalizmem (French 2014: 122). W EOSR1 prawa traktuje się jako „immanentnie” modalne i niezależne od obiektów czy własności; raczej, jak się twierdzi, to własności są zależne od rzeczywistych możliwości i konieczności w świecie, wyrażanych formalnie przez prawa (*ibid.*: 231). W tym sensie ujęcie EOSR1 daje pewną wersję koncepcji praw jako pierwotnych składników świata (zob. Maudlin 2007), co w tym przypadku oznacza uznanie ich za aspekty autonomicznie istniejącej sieci relacji.

Dużą część argumentacji na rzecz takiego podejścia stanowią krytyki pozostałych stanowisk, przede wszystkim ujęć dyspozycjonalistycznych. Standardowa analiza pojęcia własności dyspozycyjnych oznacza rozpatrzenie prawdziwości odnoszących się do niego zdań warunkowych typu „wazie można przypisać dyspozycyjną własność bycia kruchą, jeżeli stłukłaby się pod wpływem siły powodującej jej upadek”. W tym kontekście założenie, że istotą własności dyspozycyjnych jest ich przyczynowy charakter, polegający na powiązaniu określonych warunków wywołujących z ich przejawami (tj. jeżeli obiekt posiada pewną własność dyspozycyjną, to w reakcji na dane warunki wywołujące wystąpiłyby dla niego dane przejawy), prowadzi do możliwości interpretowania dyspozycji jako uprawdziwaczy dla zdań warunkowych wskazanego typu (zob. Mumford 1998; Choi 2018). Przyjmuje się też, że dyspozycje mogą istnieć, nawet jeżeli nie został odkryty żaden ich przejaw, co rozwiązuje humowski problem bazy dla określonych regularności – możemy twierdzić, że w odmiennych

obserwacyjnie światach możliwych pewne dyspozycje po prostu się nie przejawiały, ale zbiór określonych dyspozycji występuje we wszystkich możliwych fizycznie światach.

Zasadnicze problemy dotyczące koncepcji dyspozycjonalistycznych związane są głównie z niejasnościami związku między dyspozycją a jej przejawem. Twierdzi się bowiem, że przypisanie dyspozycji jest wtórne w stosunku do zaobserwowanego zjawiska, co oznacza, że uznaje się tu rodzaj konieczności konceptualnej, której nie powinno się traktować jako *bona fide* wyjaśniającą bądź przyczynową, bowiem bezpośrednie związki przyczynowe zawsze mają charakter przygodny (Dardis 1993; Jackson 1995; McKittrick 2004: 357). Z perspektywy zagadnienia praw przyrody French wskazuje trzy zasadnicze problemy. Po pierwsze, dyspozycjonalistyczna analiza praw przyrody (zob. Bird 2007: 46) jest nieadekwatna w odniesieniu do powszechnego charakteru praw, bowiem jedyne co da się w ramach tej koncepcji opisać, to poszczególne egzemplarze danego związku (zob. dowód w: Vetter 2009: 324–326). Drugi problem bezpośrednio wiąże się z możliwą odpowiedzią na problem pierwszy, mianowicie z eliminacją pojęcia praw przyrody z adekwatnego opisu świata fizycznego w sensie odebrania mu ontologicznego znaczenia (Mumford 2004): „regularności w świecie są zdeterminowane przez modalnie określone własności, które mogą być pojęte jako wiązki mocy dyspozycyjnych. Rozumiane są one jako ontologicznie fundamentalne i to one konstytuują istotne związki konieczne” (French 2014: 248, tł. D. Luty). W świetle pozostałych zarzutów wobec dyspozycjonalizmu jest to, jak uważają zwolennicy EOSR1, zbyt radykalne rozwiązanie (*ibid.*). Z omawianym problemem połączone jest również dyspozycjonalistyczne ujęcie symetrii, bowiem interpretowane są one podobnie jak prawa (Bird 2007: 214), przy czym są one rozumiane jedynie jako formalne warunki nakładane na prawa. W rezultacie, dyspozycjonalista nie jest w stanie przedstawić pozytywnej koncepcji praw zachowania wielkości fizycznych opartej bezpośrednio na symetrii²⁶, co jest związane ze standardową praktyką na gruncie współczesnej fizyki (French 2014: 251).

Właściwym dla EOSR1 ujęciem jest koncepcja, zgodnie z którą zbiór praw (danej fundamentalnej teorii fizycznej) stanowi ogólny opis możliwości podlegających dalszemu określeniu (używany jest tu termin *determinables*). Dalsze określenie w danym kontekście oznacza ustalenie własności określonych (*determinates*), ontologicznie rozumianych jako wtórne wobec fundamentalnych relacji wyrażonych przez prawa. Podany jest w tym kontekście przykład newtonowskiego prawa powszechnego ciężenia (*ibid.*: 282). Stwierdza się, że

²⁶ Do zagadnienia związku praw zachowania z symetrią w kontekście OTW wracam, i bardziej szczegółowo omawiam, w podrozdziale 5.2.2.

ustalenie konkretnych wartości danych wielkości daje własności określone, natomiast zachodzenie między nimi określonych związków wynika tylko i wyłącznie z ontologicznej pierwotności praw. Z perspektywy epistemologicznych założeń EOSR1 przyjmuje się zatem, że modalność związana z prawami można reprezentować powołując się na strukturę dzieloną między modelami tworzącymi zbiór modeli zamierzonych teorii (*ibid.*), gdzie zbiór ten wyznaczany jest ze względu na *możliwości fizyczne zgodne z prawami danej teorii* (zob. Brading 2011; French 2014: 278).

Twierdzi się, że skoro prawa są aspektami struktury świata, to ewolucja danego układu czy przebieg danego procesu będą w sposób konieczny wyglądały właśnie tak a nie inaczej. Stąd też PI wraz z postulatem symetryzacji także ma podlegać interpretacji w terminach „możliwości podlegających dalszemu określeniu” i „własności określonych”. W tym też sensie, chociaż między obiektami a strukturą zachodzi wyłącznie konceptualna relacja zależności, to jednak dopuszczenie własności rozumianych wyłącznie jako własności określone (*determinates*) daje, zdaniem Frencha, zależność w sensie ontologicznym między nimi a prawami. Analiza kontrfaktycznych zdań warunkowych wyglądałaby w tym kontekście następująco: „rozważ czas, w którym zdanie kontrfaktyczne ma być rozpatrzone; dobrać istotne wielkości fizyczne w taki sposób, aby poprzednik odnośnego zdania był prawdziwy; wówczas rozważ przyszłe wielkości fizyczne wytworzone przez istotne prawa. Jeżeli następnik zachodzi we wszystkich utworzonych we wskazany sposób stanach, wtedy zdanie kontrfaktyczne jest prawdziwe; jeżeli nie zachodzi w żadnym, wtedy jest fałszywe; jeśli zachodzi w niektórych stanach, to jego wartość prawdziwościowa jest nieokreślona” (French 2014: 298).

Zwięźle to ujmując, w EOSR1 głosi się, że istnieje problem dla szeroko rozumianego realistycznego podejścia do nauki w kontekście fundamentalnych teorii fizycznych, w szczególności QM, w postaci metafizycznego niedookreślenia. Rozwiązaniem tego problemu ma być eliminacja obiektów z ontologii świata fizycznego i przyznanie ontycznej autonomii strukturze świata pojętej jako sieć relacji. Struktura ta charakteryzuje się przede wszystkim obiektywną modalnością, która ujawnia się poprzez symetrie oraz prawa przyrody występujące w fundamentalnych teoriach fizycznych. Przedstawiona tutaj koncepcja nie jest pozbawiona poważnych wad, do czego wrócę w podrozdziałach 3.3 i 3.4.

3.2. Tezy metafizyczne drugiej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego (EOSR2)

Chociaż stanowisko EOSR rozwijane było pierwotnie wspólnie przez Ladymana i Frencha (jego podstawy zostały sformułowane przez pierwszego z wymienionej dwójki autorów), to w toku dalszego jego rozwoju ich poglądy w kilku istotnych miejscach przestały być zgodne. Stąd rozpatrywanie przeze mnie obu różnych wersji EOSR, przy czym w niniejszej pracy skupiam się głównie na EOSR1 i na podstawie krytycznej analizy tegoż stanowiska szkicować będę dalej podejście własne. Tezy tworzące EOSR2 można przedstawić następująco:

- (1) Struktury i relacje są fundamentalne: strukturą świata opisywaną przez najlepsze teorie naukowe są tak zwane *rzeczywiste wzorce*.
- EOSR2** (2) Obiekty i indywidua podlegają eliminacji z ontologii świata fizycznego: fundamentalna ontologia świata jest ontologią bezobiektową, ale w różnych kontekstach badawczych pojęcie obiektu jest częścią adekwatnego opisu zjawisk.
- (3) Fundamentalną strukturę świata cechuje obiektywna modalność: rzeczywiste wzorce kodują możliwe fizycznie wyniki obserwacji zjawisk.

3.2.1. Redukcjonizm i zorientowane na obiekty wyjaśnianie zjawisk

W przypadku EOSR2 założenia dotyczące obiektów głoszą przede wszystkim, że „obiekty są pragmatycznymi narzędziami używanymi przez podmioty celem orientowania się w obszarach czasoprzestrzeni oraz w celu konstrukcji przybliżonych reprezentacji świata. W zgodzie z PNC, takie podejście nie może pociągać za sobą rewizji nauk szczegółowych w imię metafizycznego komfortu” (Ladyman, Ross 2007: 130, tł. D. Luty). Akceptuje się w tym kontekście wnioski związane z przedstawionym powyżej MU, w tym rozstrzygnięcia dotyczące tego, jakie koncepcje indywidualności można rozważać dla obiektów postulowanych przez teorie naukowe (*ibid.*: 132–136). W odróżnieniu jednak od EOSR1, twierdzi się, że fundamentalność ontologiczną kategorii obiektów należy odrzucić nie tyle ze względu na fakt, że QM dopuszcza dwa niekompatybilne metafizyczne ujęcia obiektów, ale dlatego, że fizyka fundamentalna *po prostu* nie daje podstaw do postulowania istnienia obiektów, przede

wszystkim indywidualnych. W związku z tym dylemat związany z MU w ogóle nie stanowi *głównego* argumentu na rzecz eliminacji obiektów w EOSR2.

Zwolennicy EOSR2 zgadzają się zatem, że można rozpatrywać zasady indywidualności dla obiektów, lecz w świetle współczesnej fizyki nie dają się one utrzymać. Obok racji sformułowanych w oparciu o fizykę, twierdzi się również, że „domaganie się ontologii bazującej na indywidualach może być krytykowane ze względu na to, że jest to żądanie, aby niezależny od umysłu świat był wyobrazalny w terminach kategorii świata doświadczenia ludzkiego” (*ibid.*: 132, tł. D. Luty). Wyrażony jest tutaj sceptycyzm względem obrazu świata wzorowanego na potocznym ludzkim doświadczeniu, jak i kognitywnie istotnego dla naszego gatunku ze względów biologiczno-adaptacyjnych (*ibid.*: 11). W tym sensie najbardziej podstawowe założenie dotyczące obiektów indywidualnych w ramach EOSR2 głosiłoby, że stanowią one *reprezentacyjny artefakt* sposobu przedstawiania świata ściśle z perspektywy ludzkiego doświadczenia, który bywa użyteczny w kontekstach badawczych w odpowiedniej skali świata, lecz całkowicie błędny w kontekstach radykalnie odmiennych od tych, w których funkcjonuje człowiek, jak np. w mikroskali. W ramach założeń dotyczących reprezentacji w EOSR2 wskazuje się, jak przytaczałem wcześniej, na podział na tryb formalny i tryb materialny, gdzie wyodrębnione jest pojęcie lokalizatorów (Ladyman, Ross 2007: 120). Przykładem lokalizatorów są właśnie obiekty, pojęte jako formalne narzędzia, pełniące przede wszystkim heurystyczną rolę reprezentacyjną, a wszystkie ich aspekty, w tym tożsamość czy indywidualność, są zatem kontekstualne (*ibid.*: 155). Przez kontekstualność należy tutaj rozumieć sposób ujmowania strukturalnej rzeczywistości (co dokładnie wyrażone jest przez koncepcję „rzeczywistych wzorców”, którą niebawem dokładniej omówię) z perspektywy praktyki badawczej na gruncie niefundamentalnych nauk szczegółowych, zrelatywizowanych do skali świata:

Kiedy odrzucamy pogląd, że, mówiąc dokładnie, nie istnieją „rzeczy”, mamy na myśli to, że w materialnym świecie reprezentowanym przez obecnie akceptowane struktury naukowe, obiekty indywidualne nie posiadają żadnego wyróżnionego statusu. Niektóre rzeczywiste wzorce (...) zachowują się jak rzeczy pojmowane tradycyjnie, natomiast inne zachowują się jak tradycyjne przykłady zdarzeń czy procesów. W metafizyce umotywowanej zasadą PNC te rozróżnienia mają jedynie czysto praktyczne znaczenie dla ludzi w określonych okolicznościach. To, co istnieje, to po prostu rzeczywiste wzorce (*ibid.*: 121, tł. D. Luty).

Zatem kiedy różne dyscypliny badają określone zjawiska, to, zgodnie z EOSR2, poprawne ich wyjaśnienie odwołujące się do bytów nieobserwowalnych nie powinno na gruncie realistycznej interpretacji nauki postulować, że terminy czy symbole występujące

w eksplanandum odnoszą się do indywiduów (*ibid.*: 132): „trzeba poprzestać na traktowaniu logicznych zmiennych i stałych wyłącznie jako wypełniaczy, które są przydatne w definiowaniu i opisanu istotnych relacji, gdzie jedynie te ostatnie mają wagę ontologiczną” (*ibid.*: 155, tł. D. Luty). Za tymi rozstrzygnięciami idą dalsze istotne ustalenia: pierwsze związane z redukcjonizmem ontologicznym, drugie z pojęciem zjawiska.

W pierwszym przypadku twierdzi się, że odnoszenie się do pewnych indywiduów w naukach szczegółowych, takich jak chemia czy biologia, jest uzasadnione przede wszystkim z powodów praktycznych, jednakże nie oznacza to, że obiekty te są niesprowadzalne do pewnych rzeczywistych wzorców również na gruncie samych tych niefundamentalnych nauk. Ze względu na zasadę PPC, głoszącą, że nauki szczegółowo muszą być w pewnym minimalnym sensie niesprzeczne z fizyką fundamentalną, głosi się, że jednym z aspektów tej niesprzeczności jest częściowa zgodność dotycząca instrumentalistycznego charakteru obiektów (*ibid.*: 194). Zasada PNC motywuje natomiast przekonanie, że formułując interpretacje metafizyczne teorii naukowych nie należy wychodzić poza to, na co teorie w większości zezwalają, tj. poza strukturę (*ibid.*: 154). W świetle tych rozważań wyrażone zostało zasadniczo antyredukcjonistyczne podejście do relacji między teoriami odnoszącymi się do różnych skal świata – zasady PPC i PNC mają *jednoznacznie* metodologiczny charakter, z którego nie wynika konkretna interpretacja pojęcia redukcji ontologicznej (Ladyman 2019: 2).

Prowadzi to do przekonania, że „negatywne tezy OSR głoszące, że nie cała relacyjna struktura superweniuje na obiektach i ich wewnętrznych oraz czasoprzestrzennych własnościach i relacjach, nie muszą kolidować z istnieniem obiektów, może nawet indywiduów, jeżeli są one ujęte w ontologicznie słaby sposób” (*ibid.*, tł. D. Luty). Słabe ujęcie tych obiektów nie może jednak kłócić się z zasadniczymi wnioskami wyciągniętymi z fizyki. Sprawia to, że zwolennik EOSR2 może głosić, że istnieją konteksty takie, w których pojęcie obiektu jest najlepszym z dostępnych *lokalizatorów* ze względu na dane cele badawcze, ale nic więcej. Cele badawcze powinny podlegać rekonstrukcji na gruncie omawianego stanowiska, w terminach rzeczywistych wzorców, bowiem lokalizatory są kontekstualnym sposobem odnoszenia do nich. Istotne jest wszak to, aby pragmatyczna użyteczność pewnych pojęć nie pociągała za sobą ekstrapolacji stowarzyszonego z nim metafizycznego obrazu adekwatnego w jednym kontekście na opis właściwy innemu kontekstowi. Dlatego też, zdaniem zwolenników EOSR2, redukcjonizm głoszący na przykład, że ciała materialne należy traktować jako zbiory czy kolekcje atomów, jest pewną formą ekstrapolacji potocznego obrazu świata w tym sensie, że głosi, iż wszystko co istnieje podlega redukcji do interpretowanych jako obiekty atomów. Tymczasem „szczególnie ważna spośród intuicji które będziemy

podważać jest ta, zgodnie z którą świat dzieli się na ‘poziomy’. Współczesna nauka, jak sądzimy, nie przypisuje tej metaforze żadnej interesującej treści, w związku z czym metafizyka zbudowana w zgodzie z PNC nie powinna jej odzwierciedlać” (*ibid.*: 54).

Jeśli chodzi o pojęcie „zjawiska”, wiązane jest ono zawsze z pomiarem i interpretowane w EOSR2 jako nieredukowalne do bezpośrednich danych zmysłowych (*ibid.*: 120). Pojęcie to jest istotne w charakterystyce założeń dotyczących obiektów, bowiem relacje między zjawiskami mają służyć wychwytywaniu rzeczywistych wzorców, które cechuje obiektywna modalność. Pojęcie „obektu” jest bowiem jednym ze środków pozwalających na opisanie relacji między zjawiskami, przypisując temu, co mierzone, charakter indywidualnych bytów (*ibid.*: 153–154). W tym kontekście jest jednak tak, że – według zwolenników EOSR2 – „zakłada się, że to istnienie rzeczy, czy to codziennych, czy postulowanych przez naukę, wyjaśnia zjawiska, lecz tym, co naprawdę jest odpowiedzialne za to wyjaśnienia, są nie rzeczy, lecz ich stabilność pojęta jako część modalnej struktury świata” (*ibid.*: 256, tł. D. Luty). Twierdzi się tu zatem, że jako części opisu zjawisk obiekty mogą występować w reprezentacji struktury, jednakże „centralnym aspektem twierdzenia, że relacje są logicznie wcześniejsze od elementów, jest to, że elementy danej relacji zawsze okazują się przy dalszej analizie same być relacyjnymi strukturami” (*ibid.*: 154–155, tł. D. Luty). Z tym podejściem wiąże się jednak tak zwany problem nieskończonego regresu (Roberts 2011: 56). Stwierdza się w odpowiedzi na to, że fundamentalnego poziomu nie ma – że zawsze mamy do czynienia z „relacjami do samego końca” (*relations all the way down*) (Ladyman, Ross 2007: 152).

3.2.2. Ontologia rzeczywistych wzorców

Omówię teraz tezy (1) i (3) głoszone w ramach EOSR2. W odniesieniu do tezy (1) stwierdza się w tym stanowisku, że „nie istnieje żaden poziom fundamentalny, że kryterium rzeczywistości oparte na rzeczywistych wzorcach jest ostatnim słowem w ontologii, i że nie ma nic więcej do powiedzenia o istnieniu struktury ponad to, że jest ona rzeczywistym wzorcem” (Ladyman, Ross 2007: 178, tł. D. Luty). Takie sformułowanie jest jednak mylące w świetle późniejszych ustaleń uczynionych w przytaczanej pracy (zob. *ibid.*: 227) oraz ze względu na rozróżnienie między trybami formalnym i materialnym. Pojęcie struktury ma bowiem w EOSR2 charakter przede wszystkim reprezentacyjno-formalny, przez co w omawianym kontekście rozumie się to, że jeżeli struktura *S* stanowi reprezentację pewnego fragmentu czy aspektu świata w tym sensie, że stanowi pewien model, to jej minimalna interpretacja fizyczna

polega na przyporządkowaniu elementom relacji rzeczywistych wzorców. Stąd elementy relacji pełnią rolę wspomnianych przeze mnie w podrozdziale 2.1.3 lokalizatorów, tj. w zależności od kontekstu mogą być obiektami, zdarzeniami czy procesami (*ibid.*: 221). Wprowadza to pewne zamieszanie terminologiczne, bowiem okazuje się, że nowatorskość metafizyki EOSR2 nie polega na głoszeniu autonomii struktury w ścisłe ontologicznym sensie, ale na tym, że elementami tych relacji w formalnej strukturze są lokalizatory rzeczywistych wzorców i niektóre z nich, w szczególnych kontekstach, mogą być przedstawiane jako obiekty. Na tym właśnie polega sprowadzenie pojęcia obiektu do roli pragmatycznego narzędzia, które nie powinno służyć jako podstawa ogólnych twierdzeń metafizycznych. Ze względu na wskazany powyżej charakter struktury w EOSR2 uważam, że stanowisko to jest mniej przydatne w formułowaniu metafizycznych interpretacji fundamentalnych teorii fizycznych niż EOSR1.

Termin „rzeczywiste wzorce” został zapożyczony od Daniela Denneta (1991). U Denneta koncepcja rzeczywistych wzorców została sformułowana w kontekście filozofii umysłu i specyficznego pytania o to, czy istnieją przekonania, a jeśli tak, to w jaki sposób. Pojęcie wzorca rozumiane jest tutaj jako stabilna powtarzalność (regularność), a dokładniej – coś, co jest *nielosowe* w sensie Chaitina (1975). Przykładowo, ciąg liczb jest losowy, jeżeli informacja potrzebna do jego opisu nie podlega kompresji, tzn. opis tego ciągu nie może być krótszy od niego samego. Ciąg jest nielosowy, jeżeli istnieje bardziej efektywny i krótszy sposób jego opisu; sposób ten ujawnia powtarzający się wzorec w danym ciągu (Dennett 1991: 32). W przypadku propozycji Denneta rzeczywiste wzorce mają służyć do opisu racjonalnej aktywności podmiotu, za czym idzie podwójna interpretacja tychże wzorców: jako *illata* i jako *abstracta*. Rozróżnienie to wzięte jest od Hansa Reichenbacha, który przez *illata* rozumiał konkretne obiekty, o istnieniu których wnosimy na podstawie doświadczenia, natomiast *abstracta* są bytami abstrakcyjnymi, które konstruowane są w oparciu o obiekty fizyczne, lecz nie znajdują się one w świecie. Zwolennicy EOSR2 odrzucają to rozróżnienie, ponieważ sądzą, że wykrywanie rzeczywistych wzorców nie jest po prostu związane z racjonalną aktywnością podmiotu „organizującą” *illata*. Twierdzą oni, że byty mylnie ujęte przez Denneta jako byty abstrakcyjne konstytuują po prostu rzeczywiste wzorce, które nakładają ograniczenia na ludzkie poznanie – przywołany jest tutaj sposób, w jaki przetwarzanie informacji przez umysł musi być zgodne, w minimalnym sensie, z fizyką (Ladyman, Ross 2007: 208). W rezultacie koncepcja rzeczywistych wzorców w EOSR2 różni się od tej zaproponowanej przez Denneta ze względu chociażby na ujęcie sposobu wprowadzenia do dyskursu naukowego poszczególnych rzeczywistych wzorców:

Wyodrębnia się rzeczywisty wzorec niezależnie od jego strukturalnego opisu, poprzez operację ostensywną, tj poprzez „wskazanie na niego”. Jest to zamierzone jako pewien sposób mówienia o operacjach dostrajania, stabilizowania i podtrzymywania istotności pewnych danych w różnych sytuacjach pomiarowych (myślmy zatem o „wskazywaniu” jako o „nakierowaniu aparatury pomiarowej”). W całkowicie uogólnionym sensie, oznacza to, że wskazuje się lokalizację rzeczywistego wzorca w pewnym odpowiednio wielowymiarowym układzie współrzędnych, co dopuszcza jednoznaczną rozróżnialność między rzeczywistymi wzorcami (czym ta wymiarowość jako taka jest, stanowi pytanie empiryczne związane z dociekaniem naukowymi (...)) (*ibid.*: 121, tł. D. Luty).

Jako schemat rzeczywistego wzorca przedstawia się odwzorowanie między „tym co materialne” a „tym, co formalne” i oznacza się jako $x \rightarrow y$ (*ibid.*: 226). Dany rzeczywisty wzorec $x \rightarrow y$ jest realny, jeżeli „i) jest projektowalny; ii) posiada model, który niesie ze sobą informację o przynajmniej jednym rzeczywistym wzorcu P w ramach kodowania, które ma mniejszą głębię logiczną niż kodowanie przy pomocy mapy bitowej oraz P nie jest projektowalny przez takie fizycznie możliwe urządzenie, które przetwarza informację o *innym* rzeczywistym wzorcu, o którym można stwierdzić, że ma mniejszą głębię logiczną niż rozpatrywany wzorec” (zob. *ibid.*: 233, tł. D. Luty).

Spośród terminów występujących w tej charakterystyce najważniejsze są, jak się zdaje, pojęcia głębi logicznej, projekcji i projektowalności. Pojęcie głębi logicznej ujmowane jest następująco: „Jest to własność strukturalnych modeli rzeczywistych wzorców. Jest to znormalizowany, ilościowy wskaźnik czasu realizacji potrzebnego do stworzenia modelu rozważanego rzeczywistego wzorca ‘poprzez blisko niekompresowalny, uniwersalny program komputerowy, to jest taki, który sam nie jest obliczalny jako wartość wyjściowa znacząco bardziej skompresowanego programu’ (Bennet 1990: 142)” (*ibid.*: 220, tł. D. Luty). Pojęcie projekcji rozumiane jest tutaj jako odwzorowanie $x_L \rightarrow y_L$, gdzie x_L oznacza elementy struktury S , o których posiadamy dane uzyskane poprzez pomiary dokonane przez fizyczny komputer M (*ibid.*: 223), a które następnie wykorzystane są do obliczenia jednej lub wielu wartości pozostałych elementów tej struktury, oznaczanych przez y_L . Stwierdza się w tym kontekście, że projekcja stanowi warunek konieczny, ale niewystarczający, do uznania realności wzorca, ponieważ nie gwarantuje, że prawdopodobieństwo uzyskania przez M poprawnego w określonej skali R związku między wartościami y_L oraz wartościami x_L jest większe, niż uzyskanie przez M wartości y_L przy braku pomiarów na x_L . Wprowadzone jest w związku z tym nacechowane modalnie pojęcie projektowalności, zgodnie z którym obok relacji $x_L \rightarrow y_L$ spełniony musi być też warunek, że M może zrealizować przynajmniej jeszcze jedną projekcję $x_L \rightarrow z_L$ bez żadnej zmiany w programie. Warunek ten wymusza zatem, że nie

należy traktować jako epistemologicznie i ontologicznie wiążącej takiej relacji, która zarejestrowana została jednokrotnie (*ibid.*: 224). To prowadzi do wyrażenia sposobu, w jaki pojęcie obiektywnej modalności łączy się z ontologią rzeczywistych wzorców. Projektowalność, zdaniem zwolenników EOSR2, pociąga za sobą poprawność uogólnień opartych na okresach warunkowych:

Przypuśćmy, że istnieje x_L taki, że M może *symulować* x_L poprzez modelowanie S w R z perspektywy (punktu obserwacyjnego) X (tj. M nie musi „znajdować się” w X fizycznie. Musi jedynie mieć wprowadzone jako dane na wejściu parametry, które przenosiłyby się na sytuację, w której M byłoby w X). Wtedy jeśli $x_L \rightarrow y_L$ jest projektowalne, to każde symulowane przewidywania dla przybliżonych wartości x_L , które pociągają za sobą symulowane przewidywania dla y_L , posiadają większe prawdopodobieństwo wystąpienia niż kiedy x_L nie jest symulowane. Jeśli istnieją prawa przyrody nie mające wyjątków, to będą to szczególne przypadki wspierających kontrfaktyczne okresy warunkowe uogólnień, w których prawdopodobieństwo przewidywanych danych na wyjściu ze względu na dane na wejściu wynosi 1; obowiązuje to również dla symulacji (*ibid.*: 225, tł. D. Luty).

W tym sensie stawia się hipotezę, że rzeczywiste wzorce nakładają poprzez swoją projektowalność ograniczenia na wnioski wyprowadzane w praktyce naukowej z pozyskanych danych (*ibid.*: 252). Ograniczenia te mają charakter modalny, bowiem pozwalają na ustalenie ze względu na jaki poprzednik okresu warunkowego możliwy jest jego następnik. Stąd też określone związki w świecie mają mieć stabilny, nieprzypadkowy charakter. Prowadzi to do odmiennego ujęcia praw przyrody niż to, które występuje w EOSR1: w EOSR2 stwierdza się, że prawa to *nic innego* jak rzeczywiste wzorce. Rozumie się przez to, za Haroldem Kincaidem (2004), że odkrywanie praw polega na odkrywaniu struktur, co jest traktowane jako potwierdzenie istnienia określonych rzeczywistych wzorców (Ladyman, Ross 2007: 290). W rezultacie, z perspektywy takiej ontologii rzeczywistych wzorców, relacje i własności przyczynowe nie są traktowane jako elementy *ściśle* poprawnej analizy pojęcia prawa przyrody. Przyczynowość jest w tym kontekście rozumiana jedynie jako przepływ informacji w ramach różnych sposobów lokalizowania rzeczywistych wzorców. Wyróżnienie obiektów jako jednego z lokalizatorów i opisanie ich interakcji w terminach przyczynowych relacji stanowi, zgodnie z poglądem zwolenników EOSR2, nieprawomocne przypisanie metafizycznego statusu pewnym kontekstualnym, jedynie pragmatycznie skutecznym opisom.

W świetle powyższego przedstawienia poglądów zwolenników EOSR1 i EOSR2 wydaje się jasne, że różnice między tymi stanowiskami są bardzo głębokie. Okazuje się, że pojęcie struktury wykorzystywane i interpretowane jest w nich w różny sposób; że w jednym

z nich uznaje się mocny redukcjonizm ontologiczny, a w drugim nie; w jednym pojęcie praw przyrody jest kluczowe w określaniu modalnej charakterystyki fundamentalnej struktury świata, a w drugim pojęcie to efektywnie sprowadzone jest do roli bycia częścią jedynie pragmatycznego i kontekstualnego opisu fragmentu rzeczywistości; że w jednym przypadku pojęcie modalności struktury związane jest z ontologicznym określaniem przez strukturę świata przestrzeni fizycznych możliwości, natomiast w drugim dotyczy epistemologicznej przewidywalności zjawisk ze względu na przepływ informacji.

3.3. Zarzuty wobec eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego

Sformułowano kilka zarzutów wobec eliminacyjnych wersji OSR. Większość z nich przedstawiona została, gdy EOSR był jeszcze na dość wczesnych etapach rozwoju, zatem często nie wyodrębnia się w związku z tym wskazanych przeze mnie dwóch wersji tegoż stanowiska. Skupię się na najczęstszych zarzutach oraz odniosę się do nich. Krytykę MU przedstawiam w następnym podrozdziale. Wyodrębnienie jej okaże się istotne dla moich rozważań dotyczących preferowanej przeze mnie wersji OSR.

3.3.1. Reifikacja struktury abstrakcyjnej

W pierwszym zarzucie twierdzi się, że zwolennicy EOSR, głosząc ontyczną autonomię struktury, popełniają błąd hipostazowania matematycznej struktury teorii. Podstawowym założeniem omawianego zarzutu jest to, że konkretna fizyczna struktura musi być określona na konkretnych bytach, dokładniej: *struktura konkretna* jest zbiorem relacji między własnościami pierwszego rzędu obiektów (zob. Redhead 2001: 74; Chakravartty 2007: 40). W rezultacie uważa się, że gdyby EOSR był prawdziwy, to nie dało by się przeprowadzić rozróżnienia na strukturę fizyczną i strukturę matematyczną (Cao 2003: 53). Struktury konkretne przeciwstawione są strukturom abstrakcyjnym (matematycznym) rozumianym jako klasa równoważności zachowująca relacje między obiektami. Wówczas, struktury abstrakcyjne mogą być określone na różnych strukturach konkretnych (Redhead 2001: 75).

Twierdzi się w tym zarzucie, że skoro zwolennik EOSR eliminuje z ontologii indywidualne obiekty, to odrzuca zarazem strukturę konkretną, zatem zmuszony jest przypisać fizyczną realność strukturze abstrakcyjnej. Byłoby to problematyczne z przynajmniej dwóch powodów. Po pierwsze, takie podejście prowadzi do pitagoreizmu w odniesieniu do świata

fizycznego²⁷. Po drugie, jeżeli zgodzić się, że w ramach OSR należy dokonać wyboru między strukturami konkretnymi a abstrakcyjnymi, to stanowisko to jest samoobalające się. Argumentację rozwijającą tę myśl przedstawił Psillos (2009: 140–141), w uproszczony sposób rekonstruuje ją następująco. Przedstawia on analogiczne do rozróżnienia na strukturę konkretną i abstrakcyjną rozróżnienie zapożyczone ze strukturalizmu matematycznego, a dokładniej z teorii systemów (Shapiro 1997). Chodzi o podział na struktury *ante rem* i *in re*. Systemy rozumiane są tu jako kolekcje obiektów z nałożonymi nań relacjami i z uwzględnieniem własności. Struktury *ante rem* są niezależne od systemów i są z nich wyabstrahowane. Struktury *in re* zależą od systemów (a zatem – od obiektów). W przypadku strukturalizmu *in re* odmawia się strukturom abstrakcyjnym jakiegokolwiek samodzielnego, niezależnego istnienia. Zdaniem Psillosa strukturalista *musi* wybrać między strukturami *in re* albo *ante rem*. Celem uniknięcia konieczności tego wyboru, należałoby wyeksplikować rozumienie struktury o które „tak naprawdę” chodzi. Według Psillosa nie zostało to zrealizowane, stąd skorzystanie z rozróżnienia ze strukturalizmu matematycznego.

Jeżeli uznaje się istnienie struktur *in re*, należy uznać zarazem, że istnieją obiekty – te bowiem stanowią elementy systemów. Relacyjna struktura jest w tym kontekście całkowicie zależna od obiektów. W odniesieniu do obiektów Psillos pojmuje zbiory relacji dla poszczególnych systemów jako układy zbudowane w oparciu o własności drugiego rzędu. Oznacza to, że strukturyzować dany system można na wiele sposobów, w zależności od wyboru tych własności drugiego rzędu: może to być relacja „bycia większym od” czy „bycia lżejszym od”. Takie układy relacji kompatybilne są z wieloma systemami i żadne z nich nie daje w rezultacie uprzywilejowanej struktury, przez co nie ma możliwości czysto strukturalnego odróżniania systemów od siebie. To, co odróżnia systemy od siebie to obiekty i ich własności pierwszego rzędu. Struktury zatem nie mogą mieć ani fundamentalnego, ani autonomicznego charakteru. W tym sensie, według Psillosa, strukturalista nie może uznawać struktur *in re*. Nie wybierając struktur *in re* strukturalista porzuca obiekty w swojej ontologii, a tym samym odrzuca nośniki własności pierwszego rzędu. Strukturalista musi więc twierdzić, zdaniem Psillosa, że struktura *ante rem* posiada fundamentalny status. Żeby struktura *ante rem* nie była

²⁷ Z jednej strony pitagoreizm może przyjmować w tym kontekście wyjątkowo słabo uzasadnioną postać, jak np. w przypadku koncepcji Maxa Tegmarka (2008), gdzie autor samodzielne istnienie struktury matematycznej (utożsamionej ze światem fizycznym) wywodzi z deantropocentryzacji języka matematyki. Z drugiej strony wiązać można z OSR (choć teraz należałoby powiedzieć, że z radykalnym OSR) pewien ostrożny platonizm, gdzie po prostu mówi się o strukturach matematycznych jako formach, które wyprzedzają struktury konkretne i które są przez struktury konkretne egzemplifikowane (Heller 2012).

oderwana od świata rzeczywistego, musi być w kontekście pewnego układu izomorficzna z jego strukturą *in re*, tym samym wyróżniając tę właśnie strukturę²⁸. Jednakże, według Psillosa, stwierdzenie, jaka jest struktura danego układu jest czymś aposteriorycznym, zatem wyrażenie struktury *ante rem* jest wtórne względem znajomości konkretnego układu. Nawet jeżeli założyć, że może istnieć niezależna struktura abstrakcyjna wyróżniająca pewną strukturę konkretną, to pojawia się problem nieskończonego regresu – co wyróżnia daną strukturę abstrakcyjną? (Psillos 2009: 140). Chcąc zatem uniknąć takiej sytuacji, należałoby poprzestać na strukturze *in re*, tym samym akceptując, że różnica między strukturą matematyczną i fizyczną wymaga włączenia do ontologii elementów niestrukturalnych (zob. van Fraassen 2006: 292).

Stanowiska EOSR1 i EOSR2 zostały przedstawione powyżej w dojrzałej już postaci, zaś zarzut o hipostazowanie struktury matematycznej został sformułowany zanim odnośne poglądy zyskały swój późniejszy kształt. Z jednej strony, w obu odnośnych stanowiskach dokładniej uzasadniono eliminację obiektów z fundamentalnej ontologii świata. Ponadto w EOSR1 dookreślono, poprzez analizę praw przyrody oraz symetrii występujących w fundamentalnych teoriach fizycznych, w jakim sensie rozumie się realność ontycznie autonomicznej struktury świata (sieci relacji), natomiast w EOSR2, jak się okazuje, pojęcie struktury ma przede wszystkim formalny i niepodlegający reifikacji charakter (jest ono z kolei kluczowe w kontekście poznawczej dostępności do ontologicznie pierwotnych rzeczywistych wzorców). Z drugiej strony, zwolennicy obu stanowisk przyznają, że nie są w stanie w jasny i precyzyjny sposób ująć w swoich stanowiskach rozróżnienia na to, co rzeczywiste i na to, co matematyczne, choć należy odnotować, że z innych powodów niż te związane z odrzuceniem konkretnych obiektów z ontologii. Twierdzi się, że żądanie odnośnego rozróżnienia jest zbędne (Ladyman 2007: 39–40) albo, że kwestia ta stanowi pseudoproblem (French 2014: 230). Żaden zwolennik którejś wersji EOSR nie uważa bowiem, że rzeczywisty świat dosłownie jest matematyczny (zob. Frigg, Votsis 2011: 261). W tym sensie zarzut Psillosa (i innych – np. Cao 2003) stanowi fałszywy trop.

Jednakże, jak opisywałem to w podrozdziale 3.1.2, zwolennicy EOSR1, wprowadzając rozróżnienie na poziomy dynamicznej struktury świata, prezentacji oraz reprezentacji, narazili

²⁸ Czyniąc to, strukturalista ponadto ma reifikować elementy takiej struktury. Te abstrakcyjne elementy nie posiadają żadnej innej własności niż bycie „miejscem w strukturze” czy też „rolą”, jaką potencjalnie mogłoby mieć obiekty ze struktur *in re*. Jednakże takie abstrakcyjne obiekty, zdaniem Psillosa, nijak nie są izomorficzne z obiektami w strukturach *in re*. „Abstrakcyjne obiekty” w strukturze *ante rem* służą Psillosowi za przykład tego, że nawet gdy rozpatrujemy abstrakcyjną strukturę, nie jesteśmy w stanie obejść się konceptualnie bez obiektów.

się na problem związany z pomieszaniem tych poziomów. Omawiając ten problem skupiłem się na pomieszaniu poziomów prezentacji (aparatów pojęciowo-formalnych teorii naukowych) i reprezentacji (metapoziomu filozofii nauki). Ustalenia dotyczące dynamicznej struktury świata, poziomu „przedmiotowego”, przedstawiane są w odniesieniu do narzędzi formalnych dostępnych na poziomie prezentacji. Tutaj również można wskazać problem analogiczny do tego, który wspomniałem przed chwilą. Nigdzie w ramach EOSR1 pojęcie „dynamicznej struktury świata” nie jest dokładnie zdefiniowane; wszystkie twierdzenia na jej temat związane są z poziomem prezentacji. Prawa i symetrie są *aspektami* tej struktury, w których przejawia się jej modalny charakter, natomiast nie jest zdefiniowane, czym ona właściwie jest. Stwarza to w EOSR1 dalsze napięcia między założeniami epistemologicznymi a ontologią.

Wydaje się, że dynamiczna struktura świata jest w EOSR1 ujmowana jako niezależna od perspektyw badawczych (zob. zwłaszcza French 2014: 10, 11, 27, 155, 278). Jednakże skupienie się na aspektach tej struktury, definiowanych w odniesieniu do poziomu prezentacji, prowadzi do podstawowego problemu – jak właściwie określone struktury matematyczne na tym poziomie odnoszą się do świata? Czy mamy traktować zrelatywizowane do poziomu prezentacji prawa i symetrie dosłownie jako aspekty dynamicznej struktury świata, czy jedynie jako sposób jej ujmowania? Przedstawiona przeze mnie krytyka założeń epistemologicznych EOSR1 bezpośrednio łączy się z tymi pytaniami. Trudności związane z uzasadnieniem hybrydowej postaci realizmu, akceptowanej przez zwolenników EOSR1, sprawiają, że próba sformułowania odpowiedzi na te pytania poprzez odniesienie do wskazanej wersji realizmu (w kontekście sporu o status poznawczy teorii, a nie argumentacji metafizycznej) wydaje się być wątpliwym sposobem obrony EOSR1. W przypadku EOSR2 występuje, jak twierdzą, podobny problem. Zwolennicy EOSR2 głoszą, że ich stanowisko jest kompatybilne z „jakąś formą znaturalizowanego platonizmu” (Ladyman, Ross 2007: 158), o ile respektowane są zasady PNC i PPC. W tym kontekście również, jak sądzę, występują pewne problemy związane z mieszaniem się poziomów epistemologicznych i ontologicznych. Przykładem może być wykorzystane w ramach EOSR2 pojęcie informacji, istotne w tym stanowisku chociażby ze względu na zagadnienie przyczynowości – raz używane jest w sensie ontologicznym, np. w kontekstach analizy termodynamiki (*ibid.*: 183) czy teorii informacji kwantowej (*ibid.*: 189), innym razem pojawia się w stwierdzeniach o stylizacji bardziej epistemologicznej (*ibid.*: 222).

W świetle powyższych uwag, twierdzą, że o ile pierwotny zarzut o hipostazowanie struktury matematycznej nie jest trafny, o tyle w pełniejszych wersjach EOSR przyjmuje on postać problemu dotyczącego mieszania poziomu ontologicznego z epistemologicznym w ramach refleksji nad teoriami naukowymi. Dlatego też uważam, że OSR (nie tylko

w wersjach eliminacyjnych), rozumiany jako stanowisko zawierające określone tezy metafizyczne, powinien mieć przede wszystkim charakter interpretacyjny względem standardowo prezentowanych teorii naukowych, w szczególności fundamentalnych, gdzie nieadekwatność potocznych intuicji metafizycznych ujawnia się najbardziej. W tym sensie byłby to projekt analizy i interpretacji założeń ontologicznych teorii, bez konstruowania pewnego całościowego obrazu metafizycznego. Taka wizja rozmija się z redukcjonizmem w EOSR1 czy unifikacjonizmem w EOSR2; jako tezę epistemologiczną można w tym kontekście przyjąć wskazany przeze mnie strukturalny realizm wewnętrzny (zob. rozdz. 2.3.1).

3.3.2. Zagadnienie przyczynowości

Drugi zarzut, powiązany z pierwotną wersją zarzutu o hipostazowanie struktury matematycznej, głosi, że w OSR nie da się uwzględnić związków przyczynowych zachodzących w rzeczywistym świecie. Zdaniem Jacoba Buscha strukturze można przypisać przyczynowe własności wyłącznie ze względu na ich nośniki, tj. konkretne obiekty, gdzie przykładem własności przyczynowych może być masa czy ładunek (Busch 2003: 221). Idzie za tym przekonanie, że pojęcie struktury (gdzie krytycy utrzymują, że zwolennik EOSR musi zaakceptować niezależne istnienie struktury abstrakcyjnej) staje się w tym kontekście bardzo tajemnicze, bowiem bez własności przyczynowych nie można mówić o wykrywalności tejże struktury (*ibid.*: 216; Psillos 2009: 131). Psillos (2009: 144) z kolei argumentuje, że możliwym strukturalistycznym ujęciem przyczynowości jest koncepcja łańcuchów przyczynowych Russella, zgodnie z którą składające się na proces przyczynowy zdarzenia podobne są do siebie jedynie ze względu na strukturę. Według Psillosa koncepcja ta jest problematyczna, ponieważ charakterystyka procesu przyczynowego wyłącznie w terminach strukturalnych uniemożliwia precyzyjne określenie tego, co jest przyczyną, a co skutkiem. Jeżeli bowiem między zdarzeniami w takim procesie zachodzi relacja strukturalnego podobieństwa, to poszczególne zdarzenia zawsze będą przynajmniej częściowo izomorficzne. Można z tego wyprowadzić wniosek, że w strukturalistycznym ujęciu przyczynowości, przyczyna może być izomorficzna ze skutkiem. Aby uniknąć tej konsekwencji, uważa Psillos, należałoby wprowadzić elementy niestrukturalne do opisu procesu przyczynowego (*ibid.*). Kluczowe dla powyższego argumentu jest założenie, że zwolennik EOSR musi dokonać wyboru między strukturami konkretnymi a abstrakcyjnymi i że konsekwentnie bezobiektowa ontologia wymaga pojęcia struktury jako struktury abstrakcyjnej.

W świetle rozważań dotyczących zarzutu o hipostazowanie struktury matematycznej wydaje się, że zwolennik którejś wersji EOSR nie jest bynajmniej zmuszony do dokonania wyboru między strukturami konkretnymi i abstrakcyjnymi. W jaki sposób zatem dokładnie uwzględnia się w omawianych stanowiskach przyczynowość? W EOSR1 twierdzi się, że obiekty nie są koniecznymi nośnikami własności przyczynowych i własności te można bezpośrednio przypisać istniejącym relacjom; niekoniecznie również, jak się uważa w tym kontekście, trzeba akceptować koncepcję łańcuchów przyczynowych (French 2014: 213–240). W związku z tym pojęcie przyczynowości proponuje się rozumieć w EOSR1 wyłącznie w terminach symetrii i praw, zgodnie z proponowanym w tym stanowisku rozumieniem aspektów fundamentalnej struktury świata. Z perspektywy pojęcia symetrii zaproponowano, aby skupić się na teorii procesów przyczynowych (Dowe 2000), gdzie interakcja przyczynowa rozumiana jest jako zachowanie określonej wielkości fizycznej w danym procesie. Wówczas w EOSR1 główny problem związany z przyczynowością dotyczy wyjaśnienia zasad zachowania określonych wielkości fizycznych, skoro obiekty są eliminowane (French 2014: 223). Wyjaśnienia te właściwie od razu dostępne są w samej fizyce, bowiem w fizyce relatywistycznej zasady zachowania powiązane są z obecnością określonych symetrii czasoprzestrzennych (zob. Earman 2004). Szczegóły związane z problemami zasad zachowania w kontekście OTW omawiam bardziej szczegółowo w podrozdziale 4.2.2. Teraz jedynie zasygnalizuję, że strukturalistyczne podejście do teorii procesów przyczynowych jest nieskuteczne w przypadku wspomnianej teorii, co łączy się z wyrażonym przeze mnie przekonaniem, że OSR jest niezupełny ze względu na brak satysfakcjonującego ujęcia fizyki czasoprzestrzeni.

W kontekście pojęcia praw przyrody odpowiada się w EOSR1 na omawiany problem następująco:

jeśli wyeliminuje się obiekty bądź przynajmniej przestanie się je traktować jako „umiejscowienie” („*seat*”) mocy przyczynowych, wtedy w jakim sensie, jeżeli w ogóle, prawa mogą być rozumiane jako przyczynowe? Jak w przypadku zasady wykluczenia Pauliego/niezmienniczości permutacyjnej, wydawałoby się, przynajmniej na pierwszy rzut oka, że nie można powiedzieć, aby równanie Schrodingera powodowało daną ewolucję funkcji falowej. Przynajmniej nie w jakimś mocnym sensie. Niemniej, stosowne zależności są reprezentowane przez, bądź przejawiają się w, powiązanych prawach. Zatem, na przykład, przyczynowe ujmowanie danego ładunku, powodującego, powiedzmy, przyspieszenie innego ładunku (...) podlega analizie w terminach działania stosownego prawa. W klasycznym kontekście jest to prawo Coulomba. Następnie dane prawo rozumiane jest jako aspekt (klasycznej) struktury świata, od której odpowiednie cząstki, pojęte jako domniemane obiekty, są zależne (French 2014: 227, tł. D. Luty).

French przyznaje, że, tak jak w przypadku koncepcji łańcuchów przyczynowych, nie jest możliwe precyzyjne określenie asymetrii między przyczyną i skutkiem (*ibid.*), jednakże wynika to z symetrii w czasie fundamentalnych praw przyrody, natomiast sama asymetria związków przyczynowych jest, jak stwierdza French, zrelatywizowana do perspektywy ludzkiej (*ibid.*: 228). Sądzę, że nie jest to dobra odpowiedź na zarzut o brak przyczynowości. Z jednej strony istotnie nie trzeba się zgadzać, aby w kontekście fizyki fundamentalnej akceptowane były koncepcje konstruowane w oparciu o potoczne ludzkie doświadczenie, z drugiej strony French nie przedstawia precyzyjnej koncepcji przyczynowości adekwatnej do tej fizyki fundamentalnej. Wprowadzenie elementu subiektywizmu związanego z asymetrią praw w czasie sugeruje jedynie, że pojęcie przyczynowości miałyby charakter perspektywistyczny. Jest to jednakże niebezpieczne dla EOSR1, ponieważ do rozwiązania problemu *realizmu* wykorzystane jest czysto pragmatyczne podejście. W EOSR2 natomiast *explicite* przyczynowość sprowadzona zostaje do przepływu informacji w ramach rzeczywistych wzorców i w tym kontekście można jedynie powtórzyć zarzut o niejasności związanej z ontologicznym rozumieniem pojęcia informacji. W świetle powyższych rozważań wydaje się, że istotnie zwolennicy EOSR nie zaproponowali satysfakcjonującego ujęcia kwestii przyczynowości.

3.3.3. Relacje bez elementów relacji

Trzeci główny zarzut wobec OSR nazywany jest zarzutem o postulowanie istnienia relacji bez ich elementów (*relations without relata*). W zarzucie o hipostazowanie struktury formalnej stwierdzono, że wymogiem koniecznym rozróżnienia na strukturę konkretną i abstrakcyjną jest wprowadzenie do ontologii świata elementów niestrukturalnych w postaci konkretnych obiektów, będących nośnikami własności pierwszego rzędu, które można klasyfikować, przykładowo, jako własności przyczynowe, odpowiedzialne za interakcje między rzeczywistymi bytami. Zarzut o relacje bez elementów relacji stanowi właściwie odmienne ujęcie tej kwestii – stwierdza się w nim mianowicie, że postulowanie niezależnego istnienia relacji oraz eliminacja obiektów z ontologii jest niespójne, ponieważ relacje z definicji są określone zawsze na obiektach (Busch 2003: 214; Chakravartty 2003: 871; Esfeld, Lam 2008: 31; Psillos 2009: 135; Frigg, Votsis 2011: 262).

Wymienić można kilka odpowiedzi na ten zarzut o relacje bez elementów relacji. Pierwsza z nich, sformułowana w ramach EOSR2, głosi, że relacje tak naprawdę mają

elementy, ale przy bliższej analizie okazują się one sprowadzać do sieci relacji i tak *ad infinitum* (Ladyman, Ross 2007: 155). Nie jest to traktowane jako istotny problem, ponieważ w EOSR2 elementami struktury są różne lokalizatory rzeczywistych wzorców. Jeżeli więc dany lokalizator jest obiektem w kontekście makroskali, to rozpatrywanie danego rzeczywistego wzorca w mikroskali automatycznie musi przyjąć odmienny sposób modelowania. Ostatecznie, ponieważ w EOSR2 ontologię tworzą rzeczywiste wzorce, zarzut o relacje bez elementów relacji nie jest traktowany jako mający poważne konsekwencje.

Druga odpowiedź na omawiany zarzut odwołuje się do faktu, że zwolennicy EOSR na ogół twierdzą, że należy rozpatrywać zinterpretowane relacje (czy równania matematyczne występujące w teoriach) (Frigg, Votsis 2011: 263), stąd w tym przypadku eliminacja obiektów wydaje się bardziej dopuszczalna niż w przypadku ekstensjonalnego rozumienia relacji i wiązania ontologii z ich czysto logicznymi własnościami. Z drugiej strony pojawia się jednak następująca kwestia. Matteo Morganti (2004: 97) sądzi, że najbardziej naturalną interpretacją ontycznie samodzielnych relacji jest ujęcie ich jako „strukturalnych uniwersaliów”. W rezultacie wszystko, co można powiedzieć o rzeczywistości (również o tym, co jawi się potocznie jako obiekty), to to, że jej składniki są wiązkami takich strukturalnych uniwersaliów. Jak twierdzi Morganti, pojawia się w tym kontekście problem związany z tym, że oznaczałoby to konieczność ukonkretnienia tychże powszechników, czyli przedstawienia strukturalistycznej wersji nominalistycznej wiązkowej teorii obiektów, czyli teorii tropów (Williams 1953; Maurin 2018). Morganti sądzi, że realizacja takiego celu jest niemożliwa, ponieważ teoria tropów zakłada, że względu na swój (swoisty) nominalistyczny charakter, poprawność pojęcia jednostkowości, podczas gdy w EOSR eliminuje się byty jednostkowe. Jest jednakże jasne, że zwolennik którejkolwiek wersji OSR nie musi akceptować teorii tropów (French 2014: 185), tym bardziej, że jest ona kontrowersyjna w kontekście naukowego obrazu świata (Simons 2000).

Trzecia odpowiedź związana jest z EOSR1 i dotyczy zauważenia, że pojęciowe rozróżnienie między indywiduum a obiektem ogólnie prowadzi do zmniejszenia ontologicznej „wagi” pojęcia obiektu. Frigg i Votsis uważają, że w EOSR1 dopuszcza się istnienie właśnie „obektów słabych”, ponieważ proponuje się w tym stanowisku określony formalizm służący do ich opisu – omówioną przez mnie teorię *quasi*-zbiorów (Frigg, Votsis 2011: 263). Stwierdzenie to niestety jest jednak niepoprawne i wprowadza w błąd. Wymienieni autorzy nie dostrzegli, jak się wydaje, że wskazane przez nich „słabe obiekty” to po prostu nie-indywidua oraz że przedstawienie teorii *quasi*-zbiorów nie stanowi w EOSR1 części argumentacji na rzecz pozytywnej tezy o istnieniu nie-indywiduów. Jak wskazywałem wcześniej, teoria *quasi*-

zbiorów jest jednym z narzędzi istotnych dla sformułowania w ramach argumentu MU jednego z członów alternatywy. Wbrew sugestii Frigga i Votsisa, ontologia struktur wprowadzona jest właśnie z powodu przekonania, że pojęcie nie-indywiduów *nie należy* do w pełni poprawnego opisu ontologii QM. Wersja OSR, w której istotnie proponuje się ontologiczne osłabienie obiektów, to MOSR. Jak już sygnalizowałem, MOSR sformułowany został bezpośrednio z myślą o OTW, dlatego dokładniej omówię to stanowisko dopiero w rozdziale 7.2.

Przyjmę zatem, że zarzut o relacje bez elementów relacji zakłada przede wszystkim intuicyjne z perspektywy potocznego doświadczenia rozumienie poprawności twierdzeń metafizycznych, co jest nieadekwatne wobec tych obszarów świata, przede wszystkim opisywanych przez fundamentalne teorie fizyczne, które nie dają się podporządkować metafizyce opartej na tym doświadczeniu. Wcześniej uznałem (podrozdz. 2.3.1), że wersje OSR powinny być przede wszystkim stanowiskami oferującymi ontologiczne interpretacje teorii naukowych oraz powinny być zrelatywizowane do teorii. W świetle tejże relatywizacji, „niepotoczne” ontologie, zgodne z poglądem o wyróżnionym ontycznie statusie relacji (struktur), nie będą każdorazowo przyjmować dokładnie tej samej postaci. Dlatego będę twierdził w następnym podrozdziale, że w przypadku QM oraz OTW powyższe spostrzeżenie niesie ważne konsekwencje w ujmowaniu różnicy w strukturalnych ontologiach tych teorii i roli pełnionej przez obiekty. W przypadku OTW, jak będę argumentował w dalszych częściach tej pracy, metafizyczna interpretacja punktów czasoprzestrzeni jako indywiduów istotnie jest nietrafiona, jednocześnie jednak całkowita eliminacja punktów jest w tym kontekście niepożądana.

3.3.4. Trudności argumentu z metafizycznego niedookreślenia

Uważam, że zasadniczy pogląd dotyczący eliminacji obiektów z ontologii jest w EOSR1 słuszny; sądzę jednak, że eliminacji z ontologii fundamentalnych teorii fizycznych podlegają wyłącznie *klasycznie* rozumiane indywidua. Głównym argumentem na rzecz radykalnie eliminacjonistycznego podejścia jest MU. Twierdzę, że nie jest to słuszne podejście; celem niniejszego podrozdziału jest krytyka odnośnego argumentu. W ramach moich rozważań krytyka ta jest istotna, bowiem pozwoli mi ona na wyartykułowanie kategorii *strukturalnych nie-indywiduów*, kluczowej dla mojego poglądu dotyczącego natury czasoprzestrzeni.

Pierwszy zarzut kierowany przeciwko MU ma *formalny* charakter. Mauro Dorato (2016) twierdzi, że MU jest niepoprawnie sformułowanym argumentem, ponieważ można pokazać, w jaki sposób jego przesłanki są niespójne. Dorato przedstawia następujące rozumowanie:

1. Fizyka kwantowa prowadzi do niedookreślenia wyboru między dwoma metafizykami indywidualności.
2. Celem przezwycięzenia tego niepożądanego niedookreślenia, powinniśmy przyjąć ontologię struktur, które są wspólne dla odnośnych dwóch poglądów metafizycznych (pierwsze umotywowanie OSR).
3. Współczesna fizyka a w szczególności teoriogrupowe reprezentacje będące jej filarem faworyzują OSR (drugie umotywowanie OSR, przypuszczalnie niezależne od pierwszego).
4. W OSR uznaje się, że struktury mają większy priorytet, nie zaś indywidua.
5. Przesłanki 3 i 4 implikują, że współczesna fizyka przyznaje priorytet strukturom a nie indywiduom.
6. Ze względu na przesłankę 5, współczesna fizyka nie niedookreśla metafizyki indywidualności, *a fortiori* w świetle eliminatywizmu Frencha względem obiektów! (*ibid.*: 2, tł. D. Luty).

Jeżeli eliminacja obiektów wynika ze współczesnej fizyki, to nic nie stoi na przeszkodzie, aby uznać, że fizyka ta jest nie tyle niedookreślona metafizycznie, co *bezpośrednio* prowadzi do preferowania ontologii strukturalistycznej. Wnioski Frencha i Dorato są zbieżne w tym sensie, że w obu przypadkach twierdzi się, iż QM właściwie wyznacza ontologię EOSR1, jednakże celem Dorato było wskazanie, że MU nie powinien być traktowany jako argument w istotny sposób wspierający ten wniosek (*ibid.*: 3).

Drugi zarzut dotyczy twierdzenia o równorzędnej zgodności z QM zarówno obrazu partykularystycznego (cząstki jako indywidua) jak i niepartykularystycznego (cząstki jako nie-indywidua). Chociaż przedstawiono w EOSR1 problemy związane z oboma obrazami i w obu przypadkach ich źródło ulokowano w zakładaniu kategorii obiektów jako ontologicznie fundamentalnej, to wydaje się, że raczej obraz partykularystyczny jest zdecydowanie mniej wiarygodny niż niepartykularystyczny (zob. Pooley 2006: 88). To właśnie potraktowanie cząstek elementarnych na poważnie jako indywiduów, a nie jako opcji z jakiejś „logicznej przestrzeni możliwości”, czyni owo podejście wątpliwym. Sugerowałoby ono bowiem, wbrew temu, co zostało w ramach EOSR1 wskazane jako poważna wada obrazu partykularystycznego, że cząstki kwantowe można scharakteryzować ze względu na kwestię indywidualności w sposób podobny do cząstek klasycznych. Jednakże nie jest to do utrzymania z powodów fizycznych, związanych chociażby z tym, jakie statystyki odpowiadają cząstkom klasycznym i cząstkom kwantowym, czy z tym, jak należy zdefiniować kwantową miarę probabilistyczną (zob. Saunders 2006: 61; Woszczyk 2017: 33). Mechanika Bohma również w tym kontekście wydaje się niewystarczająca do tego, aby bez kontrowersji uzasadnić status cząstek jako indywiduów (zob. rozdz. 3.1.1.).

Można jeszcze inaczej bronić poglądu, że obraz partykularystyczny jest dostępną opcją w interpretacjach QM. Ponieważ w EOSR1 traktuje się (dowolną wersję) PII jako zasadę indywidualności, to stanowisko głoszące, że cząstki spełniają tę zasadę, będzie stanowiskiem w którym uznaje się jakąś postać zarówno „obiektowości” jak i indywidualności cząstek. W tym przypadku pojęcie tożsamości sprowadzone jest do pojęcia odróżnialności. Przykładowo, Steven Saunders twierdzi, że o ile bozony zawsze są nieodróżnialne, o tyle fermiony – ze względu na zakaz Pauliego – można odróżnić przy pomocy koncepcji słabej odróżnialności zakładającej odpowiednio słabą PII. Słaba odróżnialność rozumiana jest jako relacja symetryczna oraz niezwrótne²⁹ (Saunders 2003: 294, zob. Muller, Saunders 2008; Muller 2011a). Jednakże koncepcja słabej odróżnialności w żadnym razie nie pociąga za sobą stabilnej, niekontekstualnej tożsamości cząstek. Koncepcja ta istotnie różni się od obrazu niepartykularystycznego ze względu na dopuszczenie PII. Osłabia się w niej jednakże stosowane pojęcie indywidualności w stopniu dostatecznie dużym, aby można było głosić, że byty do których odnośna koncepcja miałyby się stosować nie są indywidualami w jakkolwiek klasycznym sensie (Ladyman 2016a). Z tej perspektywy koncepcja słabej odróżnialności jest bardziej podobna (choć niesprowadzalna do, ze względu na założenie poprawności słabej PII) do koncepcji nie-indywidualów; ponadto, jak zasygnalizowałem, stosuje się ona tylko do jednego rodzaju cząstek elementarnych. Stąd w kontekście MU spośród dwóch możliwości interpretacyjnych wskazanych przez zwolenników EOSR1 tylko obraz cząstek jako nie-indywidualów wydaje się jakkolwiek wiarygodną opcją. Okazywałoby się wobec tego, że dwa obrazy cząstek jednak nie są autentycznie metafizycznie niedookreślone. W tym świetle, jak uważam, jedyne dostępne niedookreślenie, którego sformułowanie nie budzi zastrzeżeń, zachodzi *między obiektami nie-indywidualnymi (bądź słabo odróżnialnymi) a radykalną ontologią strukturalną, w której całkowicie eliminuje się obiekty*. Jest to jednak niepożądany rezultat, bowiem w jego świetle EOSR1 staje się jedynie jednym z elementów współtworzącym dylemat między dostępnymi interpretacjami, w związku z czym MU nie może być już traktowany jako argument na rzecz EOSR1 (zob. Saatsi 2010: 262; Brading, Skiles 2012: 112). Stąd, jak sądzę, lepszą strategią jest bezpośrednie argumentowanie na rzecz określonego stanowiska strukturalistycznego.

Trzeci zarzut wobec argumentu MU dotyczy zakresu jego stosowalności. Ladyman (1998: 420), twierdzi, że MU dotyczy nie tylko dwóch kompatybilnych z QM obrazów cząstek

²⁹ Koncepcja słabej odróżnialności odnoszona jest również do punktów czasoprzestrzeni. W tym kontekście bardziej szczegółowo omawiam wskazaną koncepcję w podrozdz. 5.3.3.

(w kontekście statystyki kwantowej), ale również dwóch koncepcji (substancjalistycznej i relacjonistycznej) natury czasoprzestrzeni w OTW³⁰. Sugeruje on zatem dodatkową rację na rzecz uznawania MU za poprawny argument: skoro metafizyczne niedookreślenie zachodzi dla więcej niż jednej teorii fundamentalnej, to znaczy, że odzwierciedla ono ogólniejszą cechę teorii fundamentalnych i nie dotyczy jedynie pojedynczej teorii. Jeżeli zatem za metafizycznym niedookreśleniem powinna iść, zdaniem zwolenników EOSR, eliminacja obiektów i wyrażenie strukturalistycznej ontologii teorii fundamentalnych w terminach symetrii i praw, to prawdopodobnie tego typu ontologia strukturalistyczna jest najbardziej adekwatna względem fundamentalnych teorii fizycznych w ogóle.

Omawiany zarzut formułuję na podstawie spostrzeżenia, że racja wskazana przez Ladymana bazuje na postulowanej *analogii* między metafizyką punktów czasoprzestrzeni a cząstek elementarnych. Systematyczna analiza tejże analogii została zaproponowana przez Johna Stachela (2002: 242). Podstawą koncepcji Stachela jest teza ogólnej permutowalności (*general permutability*, GP), zgodnie z którą:

GP Każda permutacja P działająca na a bytach w S sprawia, że $R(a)$ i $R(Pa)$ reprezentują te same stany świata,

gdzie S jest zbiorem n bytów (obiektów) a_1, a_2, \dots, a_n , na których określony jest zbiór R zawierający M n -argumentowych relacji: R_1, R_2, \dots, R_M . $R(a)$ jest zbiorem relacji, w których miejsca na elementy relacji zajmowane są przez obiekty z sekwencji $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, zaś $P(a)$ jest permutacją na sekwencji a (zob. Glick 2016: 207). Zdaniem Stachela, GP obowiązuje zarówno dla QM, jak i OTW, natomiast (metafizycznym) wyjaśnieniem tego faktu ma być ontologia strukturalistyczna tychże teorii. Racja sformułowana Ladymana nie jest zatem wprowadzona arbitralnie w tym sensie przynajmniej, że istnieją autorzy podzielający przekonanie odnośnie do ogólnego, metafizycznego podobieństwa punktów czasoprzestrzeni oraz cząstek elementarnych (zob. Caulton, Butterfield 2012).

GP jest jednakże kontrowersyjna, w związku z czym niekoniecznie trzeba ją akceptować. Oliver Pooley stwierdza, że różnica między symetriami w QM i OTW odpowiedzialnymi za brak indywidualności obiektów tych teorii jest zbyt istotna, aby uznać poprawność analogii między symetriami permutacyjnymi w przypadku QM i symetriami

³⁰ Rodziny stanowisk tworzących spór o naturę czasoprzestrzeni przedstawiam i analizuję szczegółowo w rozdziałach 4 i 5.

dyfeomorficznymi w przypadku OTW³¹ (Pooley 2006: 97). Przedstawiając to w uproszczeniu, Pooley uważa, że z powodów fizycznych symetrie permutacyjne pociągają za sobą negację określonej tożsamości cząstek, natomiast symetrie dyfeomorficzne – negację *transświatowej* tożsamości punktów (Pooley posługuje się w tym kontekście terminem „tożsamości transsytuacyjnej”). Wynika to z faktu, że symetrie permutacyjne działają w obrębie danego *stanu* fizycznego, tj. są symetriami każdego poszczególnego rozwiązania równań teorii (*ibid.*: 113), natomiast symetrie dyfeomorficzne dotyczą relacji między *modelami* reprezentującymi to samo rozwiązanie, tj. odnośne symetrie nie są symetriami modelowanych rozwiązań³² (*ibid.*). Z tego powodu Pooley twierdzi, że koncepcja nie-indywidualności cząstek jest mocniejsza niż negacja pierwotnej tożsamości obiektów, gdzie racją do uznania tejże negacji jest brak stabilnej, transświatowej tożsamości. Uważam, że powyższe rozumowanie Pooley’a jest poprawne, tym bardziej, że w ujęciu Stachela nieodzowne jest sprowadzenie dyfeomorfizmów do pewnej postaci przekształceń permutacyjnych, jeżeli mają one odpowiadać formie przekształceń występujących w GP. Wymusza to rozpatrywanie zbioru elementów bez określonej na nim struktury różniczkowej, natomiast w praktyce matematycznej i fizycznej dyfeomorfizmy działają na rozmaitościach *różniczkowalnych*.

3.3.5. Manewr Poincarégo i zagadnienie indywidualuów

Podstawowy wniosek, jaki wyłania się z przykładów przytoczonych przez zwolenników obu wersji EOSR dotyczy statusu interpretacji, zgodnie z którymi podstawowe byty, których istnienie jest zakładane przez fundamentalne teorie fizyczne, są w ogóle obiektami indywidualnymi. Interpretacje te są nietrafne, czego konsekwencją musiałaby być eliminacja z ontologii tychże teorii indywidualuów, dokładniej – przedstawienie interpretacji ontologicznych założeń fundamentalnych teorii fizycznych bez żadnego odniesienia do pojęcia obiektu. W terminologii Frencha dokonuje się tego – na poziomie konceptualnym – stosując omówiony manewr Poincarégo (zob. podrozdz. 1.2.2). French używa tej koncepcji w sposób przywodzący na myśl częściowy instrumentalizm względem określonych fragmentów danej teorii. Stwierdziłem jednak, że jest to niewystarczające i nieco arbitralne. W związku z tym wprowadziłem dwa kryteria stosowalności manewru Poincarégo wobec interpretacji założeń ontologicznych teorii fundamentalnych w terminach obiektów indywidualnych: kryterium

³¹ Przekształcenia dyfeomorficzne omawiam szczegółowo w podrozdziale 4.1.1.

³² Zob. podrozdział 4.3.3 niniejszej pracy.

praktyki badawczej oraz kryterium wewnątrzteoretycznej spójności. Rekapitulując: manewr Poincarégo, w moim ujęciu, stosuje się do interpretacji założeń ontologicznych, gdy spełnione jest: a) kryterium praktyki badawczej, przez które rozumiem żądanie, aby eliminacja indywiduów z ontologii teorii była zgodna z postępowaniem samych naukowców tworzących i używających daną teorię do formułowania wyjaśnień zjawisk; b) kryterium wewnątrzteoretycznej spójności, które w moim ujęciu głosi, że eliminacja indywiduów z ontologii danej teorii jest dopuszczalna wtedy, gdy interpretacja obiektów tejże teorii jako indywiduów niesie ze sobą konsekwencje niezgodne z dobrze ugruntowanymi (w praktyce teoretycznej i badawczej) własnościami oraz fizycznymi założeniami danej fundamentalnej teorii fizycznej. W tej sytuacji twierdzę, że: i) w przypadku postulowania obrazu partykularystycznego dla cząstek w QM spełnione są na równi oba kryteria; ii) w przypadku tego typu interpretacji dla punktów czasoprzestrzeni OTW spełnione jest przede wszystkim kryterium wewnątrzteoretycznej spójności; iii) eliminacja indywiduów nie musi oznaczać pełnej eliminacji obiektów z ontologii, gdyż oznacza *przede wszystkim* niedopuszczalność *pewnego typu* obiektów – indywiduów. Podstawową rację przemawiającą przeciwko pełnej eliminacji obiektów tworzy krytyka przedstawiona w poprzednich podrozdziałach.

W kontekście QM jest jasne, dlaczego spełnione są oba kryteria. Kryterium praktyki badawczej jest spełnione, ponieważ nieodróżnialność cząstek kwantowych w obrębie poszczególnych rodzajów cząstek stanowi podstawowy fakt, który wymusza przyjęcie określonego aparatu formalnego, odmiennego od klasycznego opisu cząstek. Dlatego standardowo używane przez fizyków aparaty formalne fizyki kwantowej nie dopuszczają, jak się zdaje, interpretacji bytów postulowanych przez teorie kwantowe w terminach bytów indywidualnych. Kryterium wewnątrzteoretycznej spójności jest spełnione, ponieważ akceptacja interpretacji cząstek jako indywiduów niosłaby ze sobą pozorne paradoksy dotyczące świata kwantowego, wynikające głównie z zastosowania niewłaściwej statystyki do wyznaczania amplitud prawdopodobieństwa. Natomiast mechanika Bohma, jak wskazywałem, tworzy podejście, które może być traktowane jako budzące wątpliwości. W tym sensie zatem pojęcie (klasyczne) indywidualności w kontekście cząstek elementarnych jest, w moim przekonaniu, *automatycznie* zanegowane.

W przypadku OTW kryterium praktyki badawczej nie wydaje się być spełnione, bowiem standardowy aparat formalny tej teorii, rachunek tensorowy, pozwala, przynajmniej na pierwszy rzut oka, na interpretację punktów czasoprzestrzeni jako indywiduów, głównie ze względu na sposób definiowania pól fizycznych. Jest to podstawowe rozumowanie stojące za wprowadzeniem stanowiska substancjalizmu różnicowości, zgodnie z którym punkty

czasoprzestrzeni interpretowane są jako („substancjalne”) indywidua. Szczegółowo omawiam to w podrozdziale 4.3.1. W odniesieniu do OTW negacja punktów jako indywiduów wymaga uzasadnienia. Podstawowym argumentem na rzecz poglądu, że punkty czasoprzestrzeni nie są standardowymi indywiduami, jest tzw. argument dziury, który jest najważniejszą podstawą aktualnych metafizycznych interpretacji OTW. W argumentie tym wykazuje się, że przyjęcie ontologii punktów czasoprzestrzeni jako dobrze określonych indywiduów skutkuje indeterminizmem OTW, nawet przy najkorzystniej dobranych dla determinizmu warunkach (na gruncie tej teorii). W tym sensie, jak będę twierdził, argument dziury pozwala na mówienie, że w odniesieniu do interpretacji punktów czasoprzestrzeni zgodnych z obrazem partykularystycznym, kryterium wewnątrzteoretycznej spójności jest pogwałcone, bowiem rozumienie punktów jako indywiduów prowadzi do niezgody z założeniem, że OTW jest teorią deterministyczną. Argument dziury omawiam dokładnie w następnym rozdziale. W świetle tych ustaleń formułuję następującą tezę: jeżeli pozornie słuszna interpretacja obiektów danej teorii jako indywiduów daje sprzeczne konsekwencje w świetle całości teorii, to wymusza to modyfikację interpretacji założeń ontologicznych. Nazywam tę tezę „zagadnieniem indywiduów”. W związku z tą tezą, metafizyczne ujęcie obiektów w kontekście fizyki fundamentalnej wymaga odniesienia do następujących faktów: i) dla obiektów tych nie jest i nie może być spełniona żadna zasada czysto wewnętrznej (czy „transcendentalnej”) indywidualności; ii) obiekty te zależą ontologicznie od struktury, tj. ich istnienie jest stwierdzalne wtedy tylko, gdy stwierdzalne jest istnienie struktury której są częścią; iii) ze względu na istotne różnice między fizycznymi teoriami fundamentalnymi dokładne określenie czym są te obiekty i struktura zależy od aparatów formalnych dostępnych dla danej teorii.

Szkicowe przedstawienie mojego ujęcia tej kwestii, które rozwijam i uzasadniam w rozdziale 7, formułując tam własne stanowisko z zakresu ontycznego strukturalizmu czasoprzestrzennego, jest następujące. W kontekście QM i OTW ogólna teza o eliminacji obiektów i o pełnej autonomii struktury ontycznej nie wydaje się wystarczająco dobrze uzasadniona, jeżeli bronić tej tezy w oparciu o rzekome analogie między tymi teoriami. Jak sądzę, strukturalistyczna interpretacja cząstek, zaproponowana w ramach EOSR1 jest bardzo interesująca. Jednakże, w przypadku QM interpretacyjna zachowawczość w odniesieniu do statusu cząstek w kontekście pytania o ich indywidualność, gdzie twierdzi się, że cząstki kwantowe są nie-indywiduami, jest również satysfakcjonującą opcją. Oba podejścia odnoszą się do działania symetrii w obrębie poszczególnych stanów kwantowych. W przypadku OTW symetrie również stanowią podstawę odebrania obiektom (tu: punktom czasoprzestrzennym) statusu indywiduów. W tym kontekście uważam, że owocna strategia ujmowania w duchu OSR

statusu punktów jako obiektów może bazować na *pewnym* podobieństwie do sposobu negacji indywidualności cząstek. Nie może to jednak być traktowane dosłownie. Jest istotne, aby konsekwencją szukania wspomnianego podobieństwa nie było sugerowanie, że symetrie w QM i OTW działają w sposób fizycznie analogiczny. Jeżeli zatem zaryzykować hipotezę, że punkty czasoprzestrzeni byłyby jakimiś nie-indywidualami, przy założeniu, że całkowity eliminacjonizm co do obiektów jest niewskazany, to nie mogłyby być takimi samymi nie-indywidualami jak cząstki.

W przypadku punktów czasoprzestrzeni można je zinterpretować, jak będę wykazywać, jako *strukturalne nie-indywidua*. stanowiące elementy struktury metrycznej czasoprzestrzeni i dobrze odpowiadające fizycznie kluczowym faktom dynamiczności czasoprzestrzeni i niezależności równań OTW od jakiegokolwiek czasoprzestrzennego tła. Umożliwia to jasne rozdzielanie między koncepcjami nie-indywidualności w odniesieniu do QM i OTW – jak sądzę, w przypadku QM można mówić o nie-indywidualach *per se*, przez co należy rozumieć, że cząstki są *jako takie* bytami odnośnego typu, punkty czasoprzestrzeni natomiast rozumiane jako strukturalne nie-indywidua są ontologicznie zależne od relacji w których się znajdują – stwierdzenie ich numerycznej wielkości jest niemożliwe bez odniesienia do relacji. Będę starał się pokazać, w jakim sensie niestabilna transświatowa tożsamość punktów jest metafizycznie wyjaśniana przez przypisanie im strukturalnej nie-indywidualności. Zaletą szkicowanego ujęcia jest to, że ze względu na jego interpretacyjny charakter połączony ze zrelatywizowaniem do teorii, nie jest potrzebna w jego kontekście logika odmienna od tej, na której bazuje standardowy, tensorowy formalizm OTW. Nie wymaga również przeformułowania na nowo dobrze potwierdzonej empirycznie współczesnej fizyki czasoprzestrzeni. Stanowisko to, jak będę starał się pokazać, pozwala również na rozwiązanie problemów związanych z najczęściej przywoływanym wariantem umiarkowanej wersji OSR – MOSR Esfelda i Lama.

3.4. Podsumowanie rozdziału

W trzecim rozdziale, rozpatrując EOSR1 i EOSR2, wyróżniłem to pierwsze stanowisko oraz przedstawiłem analizę strategii nazwanej manewrem Poincarégo oraz głównego argumentu (MU) na rzecz eliminacji obiektów, a także przyznania autonomii ontycznej strukturze, wyrażonej w terminach symetrii i praw danej teorii. Wnioski z tych analiz głoszą, że (i) manewr Poincarégo powinien spełniać sformułowane przeze mnie kryteria praktyki badawczej oraz wewnątrzteoretycznej spójności; (ii) argument MU można z jednej strony

potraktować jako podstawę stwierdzenia nieadekwatności standardowych metafizycznych koncepcji obiektów indywidualnych do charakterystyki bytów występujących w założeniach ontologicznych QM i OTW. Z drugiej strony jednak, jak sygnalizowałem, argument ten nie jest skuteczny w uzasadnianiu jakiejś wersji OSR. Szczególnie widoczne jest to w kontekście QM; zachodzi sytuacja, w której EOSR jest częścią dylematu a nie jego rozwiązaniem. Związane jest to z faktem, że założenie poprawności tezy o kompatybilności obrazu partykularystycznego cząstek z QM nie wytrzymuje krytyki. Ponadto, dodatkowa racja mająca wskazywać na możliwość zastosowania MU zarówno w OTW, jak i QM, okazuje się nietrafna z powodu różnic w działaniu symetrii występujących w obu teoriach.

W kontekście podstawowych intuicji stojących za OSR dotyczących istotnej odmienności ontologii fundamentalnych teorii fizycznych od metafizyki bazującej na potocznych, ludzkich doświadczeniach, zaproponowałem wstępnie, aby dokonać interpretacji konceptualnie podstawowych części OTW za pomocą koncepcji strukturalnej nie-indywidualności punktów. Sądzę, że to ujęcie pozwoli na rozwiązanie problemów szeroko rozumianego OSR, oraz konkretnych stanowisk w ramach sporu o status ontologiczny czasoprzestrzeni. Odnosi się to bezpośrednio do tejże debaty i oznacza konieczność uzasadnienia, dlaczego strukturalistyczna ontologia czasoprzestrzeni może być uznana za satysfakcjonującą opcję w ramach filozoficznej refleksji nad tą teorią z perspektywy metafizycznej. Podstawą do realizacji tego zadania jest precyzyjne określenie jego kontekstu, czyli zrekonstruowanie tego, jak w ramach przywołanej dyskusji pojawia się zagadnienie indywiduów.

CZEŚĆ II
FILOZOFIA CZASOPRZESTRZENI

Rozdział 4

Spór o naturę czasu, przestrzeni, czasoprzestrzeni

W niniejszym rozdziale, zajmującym się stanowiskami w sporze między zwolennikami absolutyzmu i relacjonizmu o status ontologiczny czasu, przestrzeni i czasoprzestrzeni, skupiam się na poglądach obecnych (w jakiejś postaci) w tejże debacie jeszcze przed sformułowaniem tak zwanego argumentu dziury we współczesnej filozofii czasoprzestrzeni. Z perspektywy zagadnienia indywidualności w kontekście OTW będę starał się wskazać, w jaki sposób argument dziury można interpretować jako zastosowanie manewru Poincarégo, gdzie spełnione jednak jest tylko kryterium wewnątrzteoretycznej spójności w odniesieniu do „partykularystycznego obrazu” punktów czasoprzestrzeni. Istotne jest zatem pokazanie, w jakim sensie dyskusję dotyczącą statusu ontologicznego czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej można przedstawić jako spór o to, czy punkty czasoprzestrzeni istnieją jako indywidualia oraz dlaczego w ogóle taka interpretacja punktów w kontekście OTW jest dopuszczalna. Będę twierdził, że wynika z przypisania jednemu z elementów tworzących modele czasoprzestrzeni tejże teorii, różniczkowalnej, statusu obiektu *quasi-absolutnego*, czego następstwem jest „indywiduacja” punktów niezależnie od dynamiki.

Tego typu interpretacje OTW mają dwie zasadnicze motywacje. Pierwsza z nich związana jest z klasycznym sporem między absolutystami a relacjonistami w odniesieniu do natury czasu, przestrzeni i ruchu. Decyduję się na omówienie tego klasycznego sporu bez korzystania ze współczesnych aparatów formalnych. W tym kontekście moim celem jest wskazanie, że akceptacja punktów *rozmaitości czasoprzestrzennej* jako indywidualności istotnie może być mocno zakorzeniona w intuicji dotyczącej traktowania punktów *przestrzeni* jako indywidualności fizycznych. Innymi słowy, zgoda na wskazaną interpretację umotywowana jest skutecznością absolutyzmu w kontekście formowania się nowożytnej mechaniki. Druga motywacja pochodzi z teoriopolowego argumentu Fielda, zgodnie z którym we współczesnych, polowych teoriach fizycznych punkty *rozmaitości czasoprzestrzennej* są niezbędne do zdefiniowania pól. Argument ten jednakże bezpośrednio prowadzi do poważnych

interpretacyjnych trudności w przypadku OTW. Po omówieniu podanych motywacji, rekonstruuje argument dziury oraz jego rolę w krytyce poglądu, że punkty różnorodności czasoprzestrzennej są indywidualiami. Zasygnalizuję również, w jaki sposób argument ten wpłynął na kształt sporu o status ontologiczny czasoprzestrzeni.

4.1. Absolutyzm Newtonowski

Najbardziej ogólnie, absolutyzm i relacjonizm zawierają dwie zasadnicze tezy (Sklar 1974: 161–162; Friedman 1983: 108–109; Earman 1989: 111; Rynasiewicz 2000: 74):

- (A) Tezę o naturze ruchu;
- (B) Tezę o naturze czasu i przestrzeni.

Klasyczne stanowisko absolutyzmu Newtonowskiego, na którym wzorowany jest absolutyzm współczesny, można, inspirując się wymienionymi przed chwilą autorami, scharakteryzować w sposób zwięzły następująco:

(AN1) Poprawna analiza predykatu „jest poruszający się” oznacza wskazanie relacji między materialnymi ciałami a nieruchomą absolutną przestrzenią i jej strukturą, a także wskazanie obiektywnej i niezależnej od jakichkolwiek innych parametrów miary interwałów czasowych.

Absolutyzm Newtonowski

(AN2) (*Teza substancjalizmu*) Istnieje niezależna od materialnych ciał rzeczywistość fizycznie przestrzeń, posiadająca wewnętrzną strukturę, będącą strukturą geometrii euklidesowej \mathbb{E}^3 . Punktopodobne części przestrzeni, będące miejscami³³ ciał, są dobrze określonymi indywidualiami, pozwalającymi na jednoznaczne określenie położenia ciała. Istnieje absolutny czas o strukturze \mathbb{E}_1 , izomorficzny z prostą rzeczywistą \mathbb{R} ze względu na moc zbioru $\text{card}\mathbb{R}$ i relację porządku $<$, wyznaczający globalne relacje równoczesności.

³³ Pojęcie „miejsca” użyte w tym kontekście zostanie za chwilę objaśnione w cytacie z samego Newtona.

W powyższym sformułowaniu absolutyzmu newtonowskiego występuje kilka sensów terminu „absolutny”. Bazuję tutaj na liście, którą sformułował John Earman. Można mówić o absolutności czasoprzestrzeni, gdy:

1. Czasoprzestrzeń posiada różnorodne wewnętrzne struktury. Wśród tych struktur jest absolutna równoczesność (tj. istnieje jednoznaczny podział zdarzeń na klasy równoważności) oraz absolutne trwanie (tj. istnieje miara upływu czasu, która jest niezależna od ścieżki łączącej zdarzenia).
2. Istnieje absolutny układ odniesienia, który pozwala na jednoznaczną identyfikację miejsc przestrzennych w czasie. W rezultacie, istnieje absolutna, inaczej – dobrze określona, miara prędkości cząstek oraz dobrze określona miara przestrzennego oddzielenia dowolnej pary zdarzeń.
3. Struktura czasoprzestrzeni jest niezmienna, tj. jest taka sama w różnym czasie zarówno w aktualnym świecie, jak i w innych światach fizycznie możliwych wywodzących się ze świata aktualnego.
4. Czasoprzestrzeń jest substancją w tym sensie, że tworzy substrat będący podłożem fizycznych zdarzeń i procesów. Relacje czasoprzestrzenne pomiędzy takimi zdarzeniami i procesami ‘pasożytują’ na relacjach immanentnych substratowi czasoprzestrzennych punktów i obszarów (Earman 1989: 11, tł. J. Gołosz).

Earman listę tę przedstawił na podstawie charakterystyk absolutnego czasu, absolutnej przestrzeni i absolutnego ruchu, które można znaleźć w Newtonowskim *Scholium* do definicji zawartych w *Matematycznych zasadach filozofii naturalnej*. Absolutny czas Newton opisywał następująco:

Absolutny, prawdziwy i matematyczny czas sam z siebie i ze swej natury płynie równomiernie, bez jakichkolwiek odniesień zewnętrznych i inaczej zwany jest trwaniem (Newton 2015: 87).

W tym samym akapicie otrzymujemy informację również o czasie nieabsolutnym, względnym:

Względny, pozorny i potocznie rozumiany czas jest pewną zmysłową i odrębną (pokrywającą się z tym prawdziwym czasem, lub nie) miarą trwania wyznaczoną przez ruch, taką jak godzina, doba, miesiąc czy rok, i jest zwykle używany w miejsce prawdziwego czasu (*ibid.*).

W odniesieniu do przestrzeni, Newton również przedstawił różnicę między przestrzenią absolutną oraz względną:

Absolutna przestrzeń, w swej własnej naturze, bez odniesienia do czegokolwiek zewnętrznego, pozostaje zawsze niezmienna i nieruchoma. Względna przestrzeń jest pewnym ruchomym wymiarem lub miarą absolutnej przestrzeni, którą to miarę nasze zmysły wyznaczają w oparciu o jej pozycję w stosunku do ciał, i która jest po prostu brana za przestrzeń nieruchomą. Takim jest wymiar podziemnej, powietrznej lub gwiazdnej przestrzeni, wyznaczony przez jej pozycję w odniesieniu do Ziemi. Obie przestrzenie, absolutna i względna, są takie same pod względem postaci i wielkości, ale nie zawsze pozostają identyczne numerycznie (*ibid.*).

Z przestrzeniami absolutną i względną wiąże się pojęcie absolutnego bądź względnego miejsca, które jest „częścią przestrzeni zajmowaną przez ciało” (*ibid.*: 88). O absolutnym ruchu Newton pisał tak:

Absolutny ruch jest przesunięciem ciała z jednego absolutnego miejsca do innego, a względny ruch jest przesunięciem z jednego względnego miejsca do innego. Tak więc na statku pod żaglami względnym miejscem ciała jest ta część statku, którą ciało zajmuje, albo ta część jego pojemności, którą ciało wypełnia, i która porusza się wraz ze statkiem, zaś względnym spoczynkiem jest trwanie ciała w tej samej części statku, czyli w jego wnętrzu. Ale prawdziwym, absolutnym spoczynkiem jest trwanie ciała w tej samej części tej nieruchomej przestrzeni, w której porusza się sam statek, jego wnętrze i wszystko, co zawiera (...) (*ibid.*).

Za heurystyczną wskazówkę do wyrażenia znaczenia terminu „absolutność” Earman traktuje stwierdzenie Newtona, że przestrzeń jest „niezmienna” i „nieruchoma” (*ibid.*: 38). To, że czasoprzestrzeń jest nieruchoma, Earman rozumie jako brak przyczynowego działania rozkładu mas/energii na strukturę czasoprzestrzeni. W OTW jest to oczywiście zanegowane, ponieważ reprezentujący materię i energię tensor energii-pędu wpływa częściowo na geometrię czasoprzestrzeni. Termin „niezmiennność” podlega dalszej analizie.

4.1.1. Sensy terminu „absolutność”

Znaczenie terminu „absolutność”, inspirowane „niezmiennością” przestrzeni, można wyrazić w kontekście symetrii fizyki czasoprzestrzeni za pomocą koncepcji obiektów absolutnych, która jest bardzo użyteczna w rekonstrukcji historycznego rozwoju teorii czasoprzestrzeni od Arystotelesa po Einsteina (Anderson 1967: 83; Friedman 1983: 57; Earman 1989: 45). Za Earmanem, rekonstruuje to następująco. Najogólniejszy schemat modeli czasoprzestrzeni ma postać:

$$\langle M, O_1, O_2 \dots O_n \rangle, \quad (18)$$

gdzie M jest zbiorem punktów, będącym rozmaitością homeomorficzną z \mathbb{R}^4 , C^∞ -różniczkowalną. $O_1, O_2 \dots O_n$ są pewnymi polami fizycznymi określanymi na M , których zbiór można podzielić na dwa podzbiory: pól nazywanych *obiektami absolutnymi* A_i i pól nazywanych *obiektami dynamicznymi* D_j . Powyższy schemat można zatem przedstawić również tak:

$$\langle M, A_1 \dots A_n, D_1 \dots D_n \rangle, \quad (19)$$

gdzie A_i charakteryzują niezmienną strukturę danej czasoprzestrzeni, tj. strukturę, która jest *taka sama i niezmienna (fixed)* w każdym modelu dynamicznie możliwym pewnej teorii czasoprzestrzeni T . Należałoby przez to rozumieć, że dla dowolnych modeli z przestrzeni modeli zamierzonych \mathbf{M}_T dopuszczalnych przez daną teorię czasoprzestrzeni T , $\mathcal{M} = \langle M, A_1 \dots A_n, D_1 \dots D_n \rangle$, $\mathcal{M}' = \langle M, A'_1 \dots A'_n, D'_1 \dots D'_n \rangle$, istnieje taki określony dla obiektów absolutnych³⁴ dyfeomorfizm Ψ , że obiekty te są niezmiennicze ze względu na Ψ . Innymi słowy, Ψ jest *czasoprzestrzenną symetrią* teorii T , to jest dyfeomorfizm ten odwzorowuje M na siebie samą tak, że: $\Psi * A_i = A_i$ dla wszystkich i , gdzie $\Psi *$ jest działaniem dyfeomorfizmu na polach A_i (Earman 1989: 45; Gołosz 2001: 18). Przykładem obiektu absolutnego jest metryka w szczególnej teorii względności (STW).

Obok symetrii czasoprzestrzennych Earman wskazuje także *symetrie dynamiczne* teorii czasoprzestrzeni T . Symetrami dynamicznymi są transformacje dyfeomorficzne $\Phi: M \rightarrow M$ takie, że przekształcenie modelu $\mathcal{M} = \langle M, A_1 \dots A_n, D_1 \dots D_n \rangle$ daje model $\mathcal{M}_\Phi = \langle M, A_1 \dots A_n, D'_1 \dots D'_n \rangle$. Ponadto, nałożony jest warunek, zgodnie z którym dla każdego $\mathcal{M} \in \mathbf{M}_T$ istnieje również $\mathcal{M}_\Phi \in \mathbf{M}_T$, tj. \mathcal{M}_Φ również jest modelem teorii (Earman 1989: 45–46). Intuicja stojąca za symetrami dynamicznymi jest taka, że dotyczą one przygodnych aspektów czasoprzestrzeni, które mogą być inne w różnych modelach dopuszczalnych przez teorię T . Przykładem symetrii dynamicznych są przekształcenia Galileusza³⁵, ogólnie – zasady względności w fizyce. W kontekście filozofii czasoprzestrzeni Earmana, symetrie czasoprzestrzenne i dynamiczne służą sformułowaniu zasad symetrii (*spacetime principles*, SP), dzięki którym można oceniać adekwatność teorii ruchu ze względu na strukturę czasoprzestrzenną, do której odnoszą się występujące w tej teorii prawa. Zasady te są następujące:

- SP1** Każda dynamiczna symetria teorii T jest również czasoprzestrzenną symetrią teorii T .
- SP2** Każda czasoprzestrzenna symetria teorii T jest również dynamiczną symetrią teorii T (*ibid.*: 46, tł. D. Luty).

³⁴ W kontekście definicji symetrii dynamicznych i czasoprzestrzennych, stosuję inne oznaczenia dyfeomorfizmów niż w pozostałych częściach tej pracy, gdzie transformacje dyfeomorficzne oznaczam przez d , z wyłączeniem dyfeomorfizmu dziury, który oznaczany jest przez literę h . Ta decyzja podyktowana jest chęcią precyzyjnego zachowania sensu Earmanowskiego rozróżnienia między przytoczonymi symetrami.

³⁵ Zob. podrozdział 4.2.3 niniejszej pracy.

Earman argumentuje, że ze względu na SP1 możliwe jest ustalenie czy występujące w danej teorii prawa ruchu wykorzystują zbyt bogatą strukturę czasoprzestrzenną czy też nie (*ibid.*). Natomiast w przypadku SP2 Earman podaje dwa argumenty na rzecz uznawania tej zasady. Zgodnie z pierwszym argumentem, jeżeli prawa ruchu zapisane są w postaci ogólnie współzmienniczej, czyli, ujmując to na razie upraszczająco, niezależnie od wyboru układu współrzędnych, to wówczas symetrie dynamiczne *muszą* działać również na A_i i w tym sensie – być również symetrami czasoprzestrzennymi. W drugim argumencie Earman proponuje, abyśmy rozważyli sposób, w jaki SP2 mogłaby nie zostać spełniona – wtedy mianowicie, gdy rozważana teoria dopuszczałaby sztywne desygnatory odnoszące się do obszarów czasoprzestrzeni, w których zachodziłyby procesy zgodne z prawami odnośnej teorii. Przyjmując, że w dwóch obszarach R_1 i R_2 , dla których istnieje symetria czasoprzestrzenna $R_2 = \Psi * R_1$, zgodne z prawami procesy są różne, może pojawić się przypuszczenie, że taka symetria mogłaby nie być zarazem symetrią dynamiczną, ponieważ istnieją jakieś – Earman nie podaje, jakie – własności strukturalne, które odpowiedzialne są za różnice między tymi procesami. Bez objaśnienia szczegółów, Earman stwierdza: „Scharakteryzowanie tych własności strukturalnych w terminach nowych elementów dodanych do listy obiektów absolutnych oznacza, że Φ nie jest już symetrią czasoprzestrzenną i stąd SP2 ponownie obowiązuje” (*ibid.*: 47, tł. D. Luty).

4.1.2. Natura ruchu w klasycznym absolutyzmie

Przejdę teraz do omówienia pierwszej motywacji stojącej za „obrazem indywidualistycznym” punktów czasoprzestrzeni, czyli do rekonstrukcji klasycznego sporu o status ontologiczny czasu i przestrzeni, rozpoczynając do szerszego przedstawienia stanowiska absolutyzmu Newtonowskiego. W odniesieniu do tezy AN1, punktem wyjścia jest negacja kartezjańskiego ujęcia ruchu. Gdy idzie o tezę dotyczącą ontologii przestrzeni, to w relacjonizmie kartezjańskim utożsamia się ciała z ich rozciągłością. Jeśli zatem przestrzeń rozumieć jako rozciągłość, to w świetle wymienionego rozumienia ciał jako rzeczy rozciągniętych, przestrzeń może być tylko zbiorem ciał – „tym samym jest rozciągłość konstytuująca naturę ciała i naturę przestrzeni” (Descartes 2001: 59). Przez taką ontologię przestrzeni rozumie się ontologię *plenum*. Stanowisko Kartezjusza można oddać następująco:

**Stanowisko
kartezjańskie**

(SK1) Wskazuje się dwa rodzaje ruchów: i) ruch według potocznego mniemania, który jest „działaniem, przez które jakieś ciało przenosi się z jednego miejsca w drugie” (Descartes 2001: 64); ii) ruch w znaczeniu właściwym, który jest „przejściem jednej części materii, czyli jednego ciała z sąsiedztwa tych ciał, które bezpośrednio z nim się stykają i uważane są za będące w spoczynku, w sąsiedztwo innych (*ibid.*)”.

(SK2) Przestrzeń jest tożsama ze zbiorem ciał. Nie istnieje przestrzeń niezależna od ciał.

Kartezjusz, łącznie utrzymując (SK1) i (SK2), sformułował trzy prawa kinematyki. Skupię się na pierwszym prawie, które jest prawem bezwładności. U Kartezjusza brzmi ono: „każda rzecz, o ile tylko jest prosta i niepodzielona, trwa, jeśli jest sama dla siebie, zawsze w tym samym stanie i nie zmienia się nigdy, jedynie tylko pod wpływem przyczyn zewnętrznych” (*ibid.*: 70). Według Newtona, jak można wnosić na podstawie jego nieukończony i nieopublikowany za życia traktatu *O grawitacji i cieczach równoważnych* (*De gravitatione et aequipondio fluidorum*), nie da się łącznie utrzymywać kartezjańskiego ujęcia natury ruchu oraz prawa bezwładności, z czego wynikałoby odrzucenie ontologii *plenum*³⁶.

W tym kontekście można wskazać argument Newtona za niespójnością (SK1) i wreszcie argumenty za tym, jak poprawnie należy przedstawić rozróżnienie między ruchami: takie, które zastępuje relację między (przylegającymi) ciałami w analizie predykatu „jest prawdziwie poruszający się” relacją między ciałami a absolutną przestrzenią (Rynasiewicz 2000: 74). Jako argument za odrzuceniem (SK1) ze względu na zagadnienie ruchu jednostajnego prostoliniowego, można wskazać ostatnią z wymienianych przez Newtona w *O grawitacji...*

³⁶ Należy zaznaczyć, że dopuszczalne są dwie interpretacje stanowiska kartezjańskiego. Z jednej strony można potraktować je jako stanowisko hybrydowe, zawierające relacjonistyczną tezę o ruchu i substancjalistyczną tezę dotyczącą *plenum*. Można zatem stwierdzić, że z perspektywy absolutyzmu klasycznego, kartezjański substancjalizm *plenum* jest konkurencyjną propozycją substancjalistyczną (zob. Lehmkuhl 2015). Z drugiej strony można rozumieć kartezjanizm jako wersję relacjonizmu również w odniesieniu do tezy o naturze przestrzeni: „Chociaż przestrzeń [w ujęciu Kartezjusza – dop. D. Luty] nie różni się od materii, to często myślimy o rozciągłości rodzajowo, jak wtedy, gdy stwierdza się, że ciało zajmuje tę samą część przestrzeni, która wcześniej była zajmowana przez inne ciało. Jednakże, przestrzeń w tym sensie różni się od ciał jedynie w ten sposób, w jaki różni się rodzaj czy gatunek od indywidualium. Przestrzeń w tym rodzajowym sensie jest jedynie sposobem naszego postrzegania rzeczy, a nie czymś znajdującym się w samej przyrodzie” (Rynasiewicz 1995: 297, tł. D. Luty).

absurdalną konsekwencję doktryny kartezjańskiej, zgodnie z którą nie da się określić jednoznacznie prędkości i trajektorii ciała, gdzie trajektoria w przypadku ruchu inercyjnego powinna być reprezentowana przez linię prostą w geometrii euklidesowej (Newton 2004: 19).

Naprawdę nie ma w świecie ciał, których względne położenia są niezmiennie wraz z upływem czasu, a z pewnością żadne z ciał nie porusza się w kartezjańskim sensie, co znaczy, że ciała te ani nie ulegają przemieszczeniu z bliskości przylegających do siebie ciał, ani nie są częściami innych ciał podlegających takim przemieszczeniom. Stąd nie istnieje podstawa, dzięki której moglibyśmy w terażniejszej chwili wskazać miejsce, które istniało w przeszłości, bądź stwierdzić, że takiego miejsca nie da się już odkryć w przyrodzie. Ponieważ, według Kartezjusza, miejsce jest niczym innym jak powierzchnią otaczających ciał bądź położeniem wśród jakichś innych bardziej odległych ciał, to niemożliwe jest (zgodnie z jego doktryną), aby miejsce istniało w przyrodzie dłużej niż wzajemne położenia odnośnych ciał (...) (*ibid.*: 20, tł. D. Luty).

Drugi argument, pochodzący z *Matematycznych zasad filozofii naturalnej*, dotyczy obracającego się wiadra. Pokazuje on nieadekwatność kartezjańskiego ujęcia ruchu ze względu na występowanie sił bezwładności. W argumentie tym Newton przedstawił sytuację, w której wiadro wypełnione wodą zostaje podwieszona na sznurze, a następnie wprowadzone w ruch obrotowy. Początkowo powierzchnia lustra wody pozostaje nieruchoma względem wiadra, ale stopniowo również zacznie się obracać, przyjmując wklęsły kształt, który jest rezultatem działania siły odśrodkowej w układzie składającym się z wiadra i wody. Po zatrzymaniu wiadra woda nadal będzie się obracać, aż w końcu również się zatrzyma:

To wzniesienie się wody ukazuje jej tendencję do oddalania się od osi jej ruchu, i prawdziwy, absolutny ruch obrotowy wody, który tu jest bezpośrednim przeciwieństwem względnego, sam się ujawnia i może być mierzony na podstawie tej tendencji. Na początku, gdy względny ruch wody w naczyniu był największy, nie wytwarza on tendencji do oddalania się od osi; woda nie wykazywała tendencji do przesuwania się w kierunku obwodu ani jakiegokolwiek wspinania się na boki naczynia, ale pozostawała w postaci płaskiej powierzchni, czyli jej prawdziwy ruch obrotowy jeszcze się nie zaczął. Potem jednak, gdy względny ruch zmalał, wywołane tym wspinanie się na boki naczynia dowiodło jej skłonności do oddalania się od osi i ta skłonność ukazała prawdziwy stopniowo rosnący ruch obrotowy wody, aż osiągnął on swoją największą wartość, gdy woda pozostawała w spoczynku względem naczynia. I dlatego ta skłonność nie zależy od jakiegokolwiek ruchu wody w stosunku do otaczających przedmiotów, ani też przez taki ruch nie może być zdefiniowany prawdziwy ruch obrotowy (Newton 2015: 92)

Fizyk kartezjański nie był w stanie stwierdzić, w świetle swojej definicji ruchu w znaczeniu właściwym, że doszło do jakiegokolwiek efektu dynamicznego. Ruch wody w środkowej części eksperymentu jest taki sam jak ruch wiadra, ciała bezpośrednio przylegającego do wody, co w kontekście (SK1) oznaczałoby, że woda spoczywała względem

wiadra. To prowadzi do wniosku, że ruch obrotowy w ogóle nie zaszedł (zob. DiSalle 2006: 32–33).

Trzeci argument jaki można podać w tym kontekście to argument z dwoma kulami, również pochodzący ze *Scholium* do definicji w *Matematycznych zasadach*. Tutaj Newton zaprezentował sytuację, gdzie dwie kule znajdujące się w określonej i stałej odległości od siebie połączone są sznurem, które następnie zostają wprawione w ruch obrotowy. Wówczas po naprężeniu sznura można poznać, że dochodzi do efektu dynamicznego.

I wtedy, jeżeli jakiegokolwiek dwie jednakowe siły zostaną przyłożone do przeciwnych stron kul w celu powiększenia lub zmniejszenia ich okrężnych ruchów, ze zwiększenia lub zmniejszenia naprężenia sznura będziemy mogli wywnioskować o zwiększeniu lub zmniejszeniu ich ruchów. Zarazem okaże się, po których stronach te siły mają być przyłożone, aby ruch kul został powiększony, czyli odkrywamy ich tylne strony, a więc te które w ruchu okrężnym podążają za kulami. Jeżeli jednak będziemy znać strony idące śladem kul, a więc w rezultacie i te, które podążają na przód, będziemy zarazem znali kierunek ruchu. W ten sposób, nawet gdybyśmy przebywali w ogromnej próżni, gdzie nie mielibyśmy niczego zewnętrznego lub poznawalnego zmysłami, do czego moglibyśmy te kule odnieść, poznamy i wartość i kierunek ruchu okrężnego (Newton 2015: 94).

Argument z obracających się kul można potraktować jako argument za tym, że ustalenie stanu układu składającego się z dwóch obracających się kul jest możliwe również wtedy, gdy rozpatrujemy sytuację taką, że we wszechświecie nie znajdują się inne obiekty niż wspomniane kule. A zatem siły odśrodkowe pozwalają określić stan ruchu ciał niezależnie od ich relacji wobec ciał spoza układu, w którym się znajdują.

Earman (1989: 63–64) sądzi, *explicite* porzucając adekwatność historyczną, że poglądy Newtona w kontekście analizy ruchu można przedstawić następująco. Newton, zdaniem Earmana, nie tyle by postulował istnienie pewnego nieobserwowalnego bytu, co przedstawiałby charakterystykę struktury czasu i przestrzeni dostatecznie bogatą, aby dało się za jej pomocą wyrazić fundamentalne fakty i prawa dotyczące zjawiska ruchu³⁷. Jest to, jak

³⁷ W świetle takiego odczytania absolutny czas i absolutna przestrzeń po prostu współtworzą aparat pojęciowy mechaniki niezbędny do opisu pewnej klasy zjawisk, które nie są opisywalne w satysfakcjonujący sposób z perspektywy fizyki kartezjańskiej. Stąd można głosić, że rozważania Newtona przypominają wnioskowanie do najlepszego wyjaśnienia (Friedman 1983: 258; Earman 1989: 64; Rickles 2007), które nie jest ani wnioskowaniem dedukcyjnym ani wyjaśnieniem przyczynowym. Reichenbach (1958: 210–222) krytykował Newtona zakładając pogląd dedukcyjny i twierdził, że w rozumowaniu tym znajduje się błąd *non sequitur*. Inne podejście można nazwać podejściem eksplanacyjnym, które wywodzić należy od Ernsta Macha, a które spopularyzowane zostało przez Einsteina w jego krytyce „epistemologicznego defektu” newtonowskiego ujęcia absolutnej przestrzeni

sądzę, upraszczające ujęcie, ale daje wyraźną podstawę, aby twierdzić, że pierwsze prawo dynamiki Newtona nie jest wyjaśniane przez absolutną przestrzeń w taki sposób, że empirycznie niewykrywalny, absolutny byt (tworzący zarazem absolutny układ odniesienia) oddziałuje na konkretne ciała i powoduje ich ruch po linii prostej. Przykładowo, ponieważ Newton rozumiał bezwładność jako ciągły stan, w kontekście którego siła jest potrzebna aby go zmienić (co wyrażone jest przez drugie prawo dynamiki), a nie wywołać/podtrzymać, do sformułowania pierwszego prawa dynamiki potrzebny jest określony sposób rozumienia nieprzerwanego, jednostajnego ruchu: jako trajektorii będącej linią prostą w przestrzeni euklidesowej. Ponieważ przestrzeń ma być niezmienna, to kolejne położenia ciała poruszającego się ruchem jednostajnym można rozumieć jako przynależące do jednej i określonej sekwencji tworzącej trajektorię o postaci linii prostej. Natomiast koncepcja absolutnego czasu pozwala stwierdzić, czy dane ciało zajmuje to samo miejsce przestrzeni, czy też już nie. W tym sensie, ze względu na pierwsze prawo dynamiki, struktura absolutnego czasu i absolutnej przestrzeni pozwalają sformułować spójną koncepcję ruchu jednostajnego, czego nie udało się dokonać zwolennikom doktryny kartezjańskiej (Nehrllich 2010).

4.1.3. Indywidualność punktów w absolutyzmie Newtonowskim

Struktura pozwalająca na spójne określenie ruchu jednostajnego powinna być strukturą *czegoś* i skoro relacje przestrzenne nie mają redukować się do względnych relacji między ciałami, to struktura o którą chodzi jest strukturą samej przestrzeni. Warunki prawdziwościowe dla zdań wypowiedzianych przez absolutystę o strukturze przestrzeni formułowane są wobec tego w terminach geometrycznych relacji między (przykładowo – punktopodobnymi) częściami

(Einstein 1973: 143). Traktuje się w nim absolutną przestrzeń jako przyczynowe wyjaśnienie zjawisk, w których występują siły bezwładności (Ryckman 2005: 23). Jednakże, absolutna przestrzeń jest nieobserwowalna. Einstein sądził, że w naukowym wyjaśnianiu należy dla obserwowalnych zjawisk proponować tylko takie wyjaśnienia, które wyrażalne są w terminach zjawisk obserwowalnych. W przeciwnym razie dopuszczamy do fizyki obiekty, które oddziałują, lecz na które nic nie oddziałuje, co stanowi pogwałcenie trzeciego prawa dynamiki Newtona (zob. Szydłowski, Tambor 2016: 238–239). Te dwa poglądy są jednak nieadekwatne. W pierwszym przypadku dlatego, że argumenty z wiałrem i kulami można w przypadku Newtona traktować jako argumenty nie tylko za istnieniem absolutnej przestrzeni, ale również po prostu za koniecznością postulowania dostatecznie bogatej struktury przestrzennej, aby można było wyrazić określone prawa ruchu. W drugim przypadku nieadekwatność można przedstawić ze względu na charakterystykę absolutnej przestrzeni wskazaną przez samego Newtona w *O grawitacji*. Newton mianowicie *explicite* stwierdził, że absolutna przestrzeń nie jest dla niego tradycyjną substancją dokładnie z tego powodu, że absolutna przestrzeń nie oddziałuje przyczynowo (Newton 2004: 21).

samej przestrzeni, nie zaś w terminach relacji między materialnymi ciałami (Belot 2011: 3). W tym sensie przestrzeń odróżniona zostaje ontologicznie od „zwykłych” ciał materialnych. Najogólniej, uznaję za Earmanem (1989: 114), że dopuszczając w swojej ontologii kwantyfikacje egzystencjalne zarówno po konkretnych ciałach, jak i po realnie istniejących (punktopodobnych) częściach przestrzeni, absolutysta może twierdzić, że w modelu danego stanu fizycznego SF należy uwzględnić:

$$SF = (p_1, p_2, \dots, b_1, b_2, \dots). \quad (20)$$

Zmienne p_i denotują punkty przestrzeni, zaś zmienne b_i konkretne ciała. Zmienne p_i mają w tym kontekście tworzyć nieusuwalny z modelu zbiór indywiduów, czyli model SF jest nierównoważny poznawczo takiemu modelowi SF_1 , że:

$$SF_1 = (b_1, b_2, \dots). \quad (21)$$

Relacje między miejscami ciał, nazywanych lokalizacjami ciał, wyraża się czasami metaforą pojemnika, gdzie ciała „umieszczone są w” przestrzeni. Dokładniej proponuję rozumieć to tak, że dla każdego ciała (przedmiotu fizycznego) istnieje *relacja lokalizacji* z punktopodobną częścią przestrzeni (miejscem). Zarazem nie jest tak, że w każdym punkcie przestrzeni musi być zlokalizowany przedmiot fizyczny (zob. również Augustynek 1997: 38–39). Oznacza to, że dla absolutysty newtonowskiego mogą istnieć nieobsadzone punkty przestrzeni.

Jaka jest natura ontologicznie absolutnej przestrzeni i w jaki sposób powiązana jest z indywidualnością punktopodobnych części przestrzeni? U Newtona odpowiedź na to pytanie można znaleźć w kontekście zaproponowanego przezeń poglądu, zgodnie z którym przestrzeń jest nieruchoma. Przyjmę, że przedstawione w tym kontekście rozumowanie daje podstawę dla ontologicznej koncepcji absolutnego spoczynku (Nerlich 2005: 121) i w rezultacie dla określenia przez Newtona, czym jest stabilny ruch jednostajny. Odnośną argumentację można znaleźć w dwóch wersjach: dłuższej z *O grawitacji...* i krótszej z *Matematycznych zasad...* Pierwsza z nich jest następująca. Za Nickiem Huggetem (2008: 391), wskazuję, że w odnośnym fragmencie odnaleźć można tak naprawdę dwa argumenty, które oznaczam jako A_1 oraz A_2 z których tylko jeden ma swój (niedokładny) odpowiednik w *Scholium*. Odpowiednik ten oznaczę przez B_1 (zob. Słowik 2015: 150).

Części przestrzeni są nieruchome. [A_1] Gdyby się poruszały, to należałoby stwierdzić, że albo ruch każdej części jest przesunięciem z pobliza pozostałych przylegających części, tak jak Kartezjusz zdefiniował ruch ciał i że jest to absurdalne zostało już wystarczająco wykazane; albo jest

przesunięciem z przestrzeni w przestrzeń, tj. przesunięciem poza nią, chyba, że stwierdzi się, że dwie przestrzenie, jedna poruszająca się, a jedna nieporuszająca się, zachodzą na siebie. [A_2] Dalej, nieruchomość przestrzeni najlepiej ukazuje się poprzez trwanie. Bowiem części trwania określane są poprzez ich porządek, w związku z czym (na przykład) jeżeli wczoraj mogłoby zamienić się miejscami z dzisiaj i stać się dniem dzisiejszym, to straciłoby swoją indywidualność i stałoby się dniem dzisiejszym. Tak też części przestrzeni są określane przez ich pozycje, zatem gdyby dwa punkty mogły zamienić się miejscami, to tym samym zmieniłaby się ich indywidualność i zostałyby przekształcone w siebie nawzajem. Rzeczywiste tożsamości części trwania i części przestrzeni są takie, jakie są, tylko ze względu na ich wzajemny porządek i położenie; nie istnieje dla nich żadna zasada jednostkownienia niezależna od tego porządku i położenia, które w rezultacie nie mogą być zmienione (Newton 2004: 25, tł. D. Luty).

Wersja argumentu z *Matematycznych zasad...* brzmi:

[B_1] Tak jak porządek odcinków czasu jest niezmienny, takim jest i porządek części przestrzeni. Przyjmijmy, że te części usuwamy z ich miejsc, a zostaną wyjęte same z siebie (jeśli dopuścić poprawność takiego sformułowania). Jako że czasy i miejsca są, by tak rzec, miejscami samych siebie i innych rzeczy. Wszystkie rzeczy są umieszczone w czasie zgodnie z porządkiem następstwa, i w przestrzeni – zgodnie z porządkiem ułożenia. Wynika z ich istoty, czyli natury, że są miejscami, a dopuszczalność przesuwania pierwotnych miejsc przedmiotów jest absurdem. Są one więc absolutnymi miejscami, a przesunięcia poza te miejsca są jedynymi absolutnymi ruchami (Newton 2015: 89–90).

A_1 i A_2 zazwyczaj były traktowane jako jeden argument, będący rozszerzeniem argumentu B_1 (DiSalle 1994). Gdy rozważy się dwa punkty przestrzenne x , y w klasycznej geometrii euklidesowej, to dla $x \neq y$ ich metryka (funkcja odległości) ma postać: $d(x, y) = |y_i - x_j|$, przy określonych współrzędnych. Wówczas jest jasne, że $d(x, y) = d(y, x)$. Jednakże potraktowanie funkcji odległości jako kryterium tożsamości punktów rodzi następujący problem: odróżnienie danych dwóch punktów jest następstwem znajomości danej funkcji odległości między nimi; jednakże, aby taką funkcję ustalić, trzeba już mieć określone punkty (Nerlich 2005: 123). Czy Newton popadł w błędne koło?

Można wskazać cztery odpowiedzi na to pytanie: i) tak – Newton nie może przy pomocy niespójnego kryterium tożsamości punktów uzasadnić nieruchomości przestrzeni; ii) nie – Newton tak naprawdę nie uznawał kryteriów tożsamości związanych z monadycznymi własnościami punktów; iii) nie – można przedstawić taką interpretację poglądów Newtona dotyczącą tożsamości punktów w argumentie A_2 , które nie generuje niespójności; jednakże ta koncepcja jest z kolei niespójna z argumentem A_1 , i skoro to odpowiednik A_1 , czyli argument B_1 , znalazł się w *Scholium*, to poglądy Newtona na indywidualizację punktów zawarte w A_2 należy

uznać za poboczne; iv) nie – ontologia przestrzeni Newtona była ontologią holistyczną, a nie atomistyczną.

Pierwsza odpowiedź związana jest z zauważeniem, że aby móc zidentyfikować punkty *via* relacje metryczne w przestrzeni euklidesowej musimy dysponować niezależnym sposobem ustalenia tożsamości punktów celem zapewnienia zgodności z aksjomatami euklidesowej przestrzeni metrycznej. W związku z tym przypisuje się tutaj Newtonowi użycie jakiejś wersji PII³⁸ (zob. podrozdz. 3.1.1) wymagającej, aby zbiór własności różnicujących punkty tworzyły tylko i wyłącznie własności zewnętrzne punktów przestrzeni, a dokładniej – relacyjne własności metryczne. Lecz skoro w \mathbb{E}^3 struktura metryczna może być symetryczna na tyle, że każdy punkt może mieć taką samą konfigurację relacji do każdej pozostałej części przestrzeni, a kryterium tożsamości punktów w przytoczonej postaci PII odnosi się do tychże relacji, to okazywałoby się, że nie istnieje sposób, aby wskazać na jakiś konkretny punkt, czyli – nie jest możliwe ustalenie jego tożsamości (Nerlich 2005: 123; zob. Stein 1967: 194). A zatem jeżeli nie założy się, że punkty przestrzeni posiadają tożsamość niezależnie od relacji metrycznych, to ich nieodróżnialność i wzajemna wymienialność oznacza, że zamiana miejscami punktów nie czyni żadnej różnicy. Stąd wniosek Newtona, że porządek punktów „w konsekwencji nie może zostać zmieniony” nie jest uzasadniony, jeżeli niezmiennosc porządku punktów ma wynikać z ich indywidualności poprzez własności metryczne (Nerlich 2005: 123).

Druga odpowiedź prowadzi do poglądu, iż Newton tak naprawdę nie uznawał tezy substancjalizmu odnośnie do przestrzeni w tym przynajmniej sensie, że punkty przestrzeni nie występują jako „nieeliminowalne obiekty predykcji pierwszego rzędu” (DiSalle 1994: 267). Torretti (1999) uważa, że tożsamość punktów jest dla Newtona tożsamością wyłącznie pod przekształceniami izomorficznymi: punkty przestrzeni identyfikowane są wyłącznie ze względu na zachowane pod izomorfizmem funkcje odległości; tożsamość punktów jest zatem kontekstualna. Inne warianty odpowiedzi drugiej to stanowiska esencjalizmu metrycznego (Maudlin 1988: 86) oraz esencjalizmu strukturalnego (Gołosz 2005: 89–90), odniesione do przestrzeni euklidesowej³⁹. Maudlin stwierdza, iż „Newton ewidentnie dostrzegął, że identyczne ze sobą części [*intrinsically identical to one another*] przestrzeni i czasu muszą być

³⁸ Takie przypisanie PII Newtonowi jest rzecz jasna anachronizmem mogącym mieć heurystyczną wartość. Ponadto, należy podkreślić, że taka analiza newtonowskiego argumentu powinna być ściśle odseparowana od leibnizjańskiego użycia PII. W kontekście argumentów Leibniza, PII zawsze stowarzyszona jest z zasadą racji dostatecznej.

³⁹ Stanowiska Maudlina i Gołosza omawiam we właściwym kontekście w, odpowiednio, podrozdziałach 5.4.1 i 6.1.2 niniejszej pracy.

rozdzielone przy pomocy ich wzajemnych relacji położenia. Relacje metryczne należą do części przestrzeni esencjalnie” (Maudlin 1988: 86). Jerzy Gołosz natomiast, rozwijając stanowisko Tima Maudlina przy uwzględnieniu krytyki przeprowadzonej przez Andreasa Bartelsa (1996), uważa, że w kontekście przytoczonego wyżej fragmentu *O grawitacji...* i jego zgodności z koncepcją tożsamości danej wyłącznie pod izomorfizmami, można mówić o teorii ról strukturalnych dla punktów absolutnej przestrzeni⁴⁰. Należy wówczas stwierdzić, że w tym kontekście nie rozpatruje się tożsamości w sensie ścisłym: nie jest ona stwierdzalna w ramach reprezentacji pojedynczego świata, lecz należy uwzględnić klasę równoważności reprezentacji światów.

Trzecia odpowiedź, zaproponowana przez Huggeta, głosi, że da się przedstawić taką interpretację A_2 , która sprawia, że nie pojawiają się niespójności wskazane przez Nerlicha. W interpretacji tej dokonuje się przeformułowania rozważań Newtona dotyczących tożsamości punktów w A_2 poprzez odwołanie do koncepcji reprezentacji *de re*. Hugget wprowadza tutaj „zasadę Newtona”, którą opisuje następująco: „reprezentacje punktów superwenują na wzajemnych metrycznych relacjach punktów. W szczególności, jeśli dwa punkty w różnych światach czy stanach mają takie same relacje metryczne do innych punktów, wtedy reprezentują one te same punkty” (Hugget 2008: 401). Hugget rozpatruje tę kwestię w kontekście tego, co nazywa on „stanami przestrzeni”. Przez stany przestrzeni s_i , $i = 1, 2, 3 \dots$, Hugget rozumie specyfikację relacji metrycznych między punktami przestrzeni (*ibid.*: 397). Niech s_1 i s_2 oznaczają dwa stany przestrzeni. W reprezentacjach stanów, punkty $p, q, r \dots$ służą do reprezentowania rzeczywistych punktów przestrzeni. W argumencie Newtona mowa jest wyłącznie o zamianie miejscami dwóch punktów, zatem Hugget przyjmuje, że operacja ta nie dotyczy w tym przypadku żadnych innych punktów i ich relacji metrycznych. Ponieważ rozważane są reprezentacje *de re*, zbiór punktów w s_2 nie zawiera punktów p i q ściśle identycznych z punktami w s_1 . Jednakże zamieniając miejscami p' i q' w s_2 , gdzie p' i q' mają takie same własności metryczne co p i q , stwierdzamy, że q' może reprezentować ten sam punkt, co p w stanie s_1 . Ponieważ relacje metryczne pozostały niezmiennione, można stwierdzić, że s_2 , jako reprezentacja *de re*, nie jest odmienny od s_1 . Oznacza to, że rzeczywisty punkt reprezentowany przez p nie może mieć innego położenia niż to, które ma – właśnie ze względu na relacje metryczne (*ibid.*: 402).

Chociaż wniosek ten sformułowany jest w kontekście semantyki modalnej (światów możliwych), nieznaney przecież Newtonowi, Hugget sądzi, iż można utożsamić go z wnioskiem

⁴⁰ Zob. podrozdział 6.1.1 niniejszej pracy.

Newtona o niezmienności przestrzeni. Jednakże argument A_2 , nawet zrekonstruowany w postaci nie budzącej pewnych zasadniczych wątpliwości, jest niezgodny z A_1 (i dalej: z B_1), ponieważ odróżnialność punktów wyłącznie ze względu na relacje metryczne nadal dopuszcza dowolność w zamienianiu punktów miejscami, jednakże innego typu. Związane jest to z możliwością tworzenia kolejnych nieodróżnialnych reprezentacji *de re*: „ciała mogą się poruszać względem przestrzeni, tj. absolutnie, jeżeli zajmują różne części przestrzeni w różnym czasie. To jest jednak niemożliwe, jeżeli w reprezentacjach możliwych stanów świata materia nie zajmuje różnych części przestrzeni” (*ibid.*: 405). Mimo przedstawienia sprzyjającej argumentowi z *O grawitacji...* rekonstrukcji, okazuje się jednak, że ostatecznie nie można uznać jej jako w pełni przekonującej. Stąd Hugget traktuje argument A_2 jako argument poboczny w kontekście całości prac Newtona.

Czwarta odpowiedź sięga właściwych poglądów Newtona. Rozumiem przez to uwikłanie jego poglądów z zakresu fizyki i metafizyki w zagadnienia teologiczne związane z neoplatonizmem Henry’ego More’a. Slowik (2015: 152) stwierdza, że celem Newtona w formułowaniu argumentu A_2 było przede wszystkim ustalenie, iż przestrzeń jest niepodzielna. Pogląd ten wywieść można z traktatu Newtona *Czas i miejsce (Tempus et Locus)* – przestrzeń sama w sobie nie ma żadnych części, które mogłyby być oddzielone od pozostałych części przestrzeni: „[Przeźrzeń] jest bowiem jednym bytem, najprostszym i najdoskonalszym w swoim rodzaju” (Newton 1978: 117). Przestrzeń w tej perspektywie można wiązać z tym, że dla Newtona była ona emanacją Boga i (teologicznym) błędem byłoby twierdzić, zdaniem Newtona, iż Bóg może być podzielny. Należało więc wykazać, w jaki sposób przestrzeń istotnie jest (między innymi) doskonale jednorodna (McGuire 1995: 18). Natomiast w argumentach A_1 i B_1 fragmenty dotyczące absurdalności przemieszczania miejsc można traktować jako ucięcie nieskończonego regresu: ruch części przestrzeni jest absurdalny, ponieważ nie istnieje już nic, względem czego można by go odnieść, co również jest związane z ujęciem przestrzeni jako emanacji Boga.

Slowik proponuje w tym kontekście interpretację poglądów Newtona jako poglądów głoszących pewien holizm przestrzenny, który można by było oddać poprzez: „i) powołanie się na superweniencję części przestrzeni na całości przestrzeni, gdzie uwzględnia się wszystkie struktury przestrzenne i nie wyróżnia się żadnej z nich; (ii) ograniczenie superweniencji do jedynie relacji odległości (metrycznych) w taki sposób, że relacje metryczne są pierwotne, a części przestrzeni/punkty są z nich wyprowadzane; bądź poprzez twierdzenie, że (iii) przestrzenne relacje są relacjami wewnętrznymi każdego punktu, nie zaś relacjami zewnętrznymi” (Slowik: 2015: 156). W przypisie (*ibid.*) Slowik przyznaje wprost, że każda

z tych opcji wymagałaby dalszego opracowania, czego on sam nie oferuje. Relacja superwencji rozumiana czysto ontologicznie oznaczałaby w kontekście opcji i) oraz ii), że należałoby systematycznie pokazać, w jaki sposób jedynie różnice w faktach dotyczących całości struktury metrycznej mogą generować różnice w faktach dotyczących indywidualności punktów. Intuicyjnie wydaje się to zasadne, jednakże bezpośrednie odnośnienie się do punktów jako obiektów oraz do relacji metrycznych jako wpływających na ich indywidualność stwarza możliwość powtórzenia zarzutu Nerlicha dotyczącego niespójności takiej propozycji. W tym kontekście Slowik najbardziej precyzyjnie, w moim przekonaniu, oddaje sens holizmu przestrzennego, stwierdzając, że „[Newtona] koncepcja ukonstytuowania przestrzeni ze względu na relację między całością a częścią stosuje się do tego, co możemy nazwać klasycznym czy też Arystotelesowsko-Euklidesowym poglądem na geometrię, gdzie linia o dowolnej długości może być konceptualnie rozłożona na nieskończenie wiele punktów, jednakże linia jako taka nie jest konstruowana poprzez proces dodawania punktów (ponieważ nie mają one żadnych wielkości)” (*ibid.*: 158).

Uważam, iż da się uchylić pogląd głoszący, iż absolutysta newtonowski nie uznaje tezy substancjalizmu w odniesieniu do przestrzeni. Argument A_2 nie prowadzi do rewizji tezy substancjalizmu, zgodnie z którą ujmowanie punktów przestrzeni jako realnie istniejących indywiduów jest nietrafne. Przyjmę, że rozstrzygnięcia Huggeta są najbardziej trafne: punkty przestrzeni rozumiane jako *absolutne miejsca* tworzą absolutną przestrzeń⁴¹. Dla Newtona taka

⁴¹ W swoich rozważaniach pomijam analizy znanego argumentu Kanta z nieprzystających odpowiedników, sformułowanego pierwotnie w przedkrytycznym okresie jego twórczości (Kant 2010: 801–810). Argument ten może również być potraktowany jako argument na rzecz substancjalnie rozumianej przestrzeni (Earman 1989: 137). Jak podkreśla Earman, odnośny argument w późniejszych pismach Kanta występuje również w bliskim powiązaniu z transcendentnym idealizmem. Earman skupia się na pierwszej wersji argumentu i rekonstruuje go następująco:

„K1 . ‘Jeśli wyobrazimy sobie, że pierwszą stworzoną [rzeczą] była ludzka ręka, to konieczne było również to, by była to albo prawa, albo lewa ręka’ [Earman cytuje tutaj fragment z rozprawy Kanta; cytuję ten przywołuję w polskim tłumaczeniu T. Kupsia ze zbioru (Kant 2010) – dop. D. Luty]

Idzie za tym, przypuszczalnie, że teoria relacjonistyczna jest nieadekwatna, ponieważ

K2. w teorii relacjonistycznej pierwsza stworzona rzecz nie byłaby ani prawą ręką ani lewą ręką, gdyż relacje i rozmieszczenie części dłoni w stosunku do siebie są dokładnie podobne w przypadkach prawych i lewych rąk, będących swoimi dokładnymi zwierciadlanymi obrazami” (Earman 1989.: 137–138, tł. D. Luty).

charakterystyka przestrzeni była nieodzowna ze względu na prawa ruchu. Oznacza to, że akceptuję też pogląd Huggeta, że argumentacja Newtona z *O grawitacji...* dotycząca indywidualności punktów jest drugorzędna. Nie sposób jednak nie odnotować, że metafizyczne przekonania Newtona dotyczące przestrzeni są znacznie bogatsze niż samo tylko uznanie tego, że jest ona niezmienna i nieruchoma. Choć interpretacja Newtona jako holisty przestrzennego wydaje się najbardziej adekwatna historycznie, nie będę jej rozwijać.

4.2. Relacjonizm leibnizjański

Relacjonizm leibnizjański przedstawić można następująco:

- (RL1) i) rozróżnienie na ruch absolutny i względny polega na tym, że aby wyróżnić ruch absolutny należy przypisać ciału monadyczną własność (w przypadku samego Leibniza – siła pojęta jako *vis viva*);
- ii) ruch opisywany w terminach przestrzennych zawsze jest ruchem względnym.

Relacjonizm

Leibnizjański

(RL2) Czasu i przestrzeni nie cechuje samodzielność ontyczna. Przestrzeń jest abstrakcją z bezpośrednich relacji, w jakie wchodzi konkretne ciała w określonych konfiguracjach. Przestrzeń jest zatem bytem idealnym. W tym sensie przestrzeń jest redukowalna do bezpośrednich relacji między ciałami. Czas jest sekwencją następstwa zdarzeń powiązaną z ruchem (choć do niego nieredukowalną⁴²)

W ogólniejszym ujęciu Earmana, którego relacjonizm leibnizjański byłby pewnym przypadkiem, rodzinę stanowisk relacjonistycznych tworzą następujące tezy, które relacjonista powinien być gotów uznawać:

⁴² Jak w przypadku arystotelesowskiego ujęcia ruchu.

- R1** „Każdy ruch jest względnym ruchem ciał, a zatem czasoprzestrzeń nie ma i nie może mieć struktur, które uzasadniałyby istnienie absolutnych wielkości ruchu” (Earman 1989: 12; tł. J. Gołosz 2001: 14).
- R2** „Czasoprzestrzenne relacje pomiędzy ciałami a zdarzeniami są pierwotne, tzn. nie są one pochodne względem relacji pomiędzy punktami przestrzeni, które miałyby być podłożem dla ciał, ani też względem relacji pomiędzy punktami czasoprzestrzeni, które miałyby być podłożem dla zdarzeń” (Earman 1989: 12; tł. J. Gołosz 2001: 11)
- R3** „Żadne nieredukowalne, monadyczne czasoprzestrzenne własności typu ‘jest zlokalizowane w czasoprzestrzennym punkcie p ’ nie występują w poprawnej analizie wyrażenia odnoszącego się do czasoprzestrzeni” (Earman 1989: 13, tł. J. Gołosz 2001: 11)

Tezami ontologicznymi dotyczącymi przestrzeni są, oczywiście, R2 i R3. Wydaje się z kolei, że w argumentach, które Earman prezentuje przeciwko relacjonizmowi, najważniejszymi tezami w powyższym ujęciu są tezy R1 i R2. W tym sensie R3 stanowi u Earmana uzupełnienie tezy R2. Co ciekawe jednak, Gołosz wykazuje, że R3 nie dość, że jest logicznie silniejsza od R2 (R3 pociąga za sobą R2, lecz nie odwrotnie), to jeszcze sama wystarczy do zdefiniowania ontologii relacjonistycznej (Gołosz 2001: 11–12). Poprzestaną jednak na ujęciu Earmana. Twierdzi on (podkreślając, że jest to pewne uproszczenie), że przeciwnikom relacjonizmu można przypisać rozumowanie o postaci: $[(R2 \rightarrow R1) \wedge \neg R1] \rightarrow \neg R2$ (Earman 1989: 13), natomiast zwolennikom relacjonizmu – *modus ponendo ponens* o postaci: $[(R2 \rightarrow R1) \wedge R2] \rightarrow R1$. Daje to taki obraz klasycznej debaty, w którym absolutyści, odwołując się do skuteczności absolutnej przestrzeni w wyjaśnieniu zjawisk związanych z ruchem, postulowali istnienie absolutnej przestrzeni, natomiast relacjoniści utrzymywali, że wykazanie poprawności relacjonistycznego rozumienia natury przestrzeni wystarczy do odrzucenia absolutystycznie ujmowanego ruchu. Chociaż nie opieram swojego wyводу na tej rekonstrukcji⁴³, to niewątpliwie posiada ona heurystyczną wartość oraz w pewnej mierze porządkuje klasyczny spór.

⁴³ Chociażby dlatego, że należy odróżnić debatę absolutystów newtonowskich ze zwolennikami stanowiska kartezyjskiego od ich sporu ze zwolennikami relacjonizmu leibnizjańskiego.

4.2.1. Natura ruchu u Leibniza

W odniesieniu do tezy (RL1) można stwierdzić, że Leibniz predykat „jest poruszający się” analizował jako predykat monadyczny w takim sensie, że ciało jest prawdziwie poruszające się, gdy rzeczywista przyczyna ruchu danego ciała znajduje się w tymże właśnie ciele (Leibniz 1969: 120). W kontekście sporu z kartezjańską szkołą o zasady zachowania, Leibniz wysunął propozycję, aby empiryczna miara *vis viva*, „siły żywej” tkwiącej w ciałach i będącej wewnętrzną przyczyną ruchu, była dana wzorem mv^2 (Leibniz 1989: 438; zob. np. McDonough 2014). Gdy $mv^2 = 0$, to należałoby stwierdzić, że mamy do czynienia z „jestestwami nieruchomymi”, a wówczas takie ciała określają standard bezwładności. W tym sensie, możliwe jest potraktowanie „nieruchomych jestestw” jako konstytuujących leibnizjańską wersję układów inercjalnych⁴⁴. Przy przyjęciu takiej interpretacji adekwatne wydaje się również ujęcie Leibnizjańskiej koncepcji równoważności hipotez jako odpowiednika zasady względności Galileusza (Jauernig 2004, 2008). Koncepcja ta głosi bowiem nierozróżnialność stanu ruchu jednostajnego prostoliniowego od spoczynku, za czym idzie, że ruch jednostajny prostoliniowy jest ruchem całkowicie pozornym (zob. Arthur 1994; McDonough 2007; por. Hugget, Hofer 2015). Leibniz stwierdza o koncepcji równoważności hipotez również to, że powinna ona obowiązywać w kontekście takich sytuacji fizycznych, gdzie rozpatrujemy układy przed i po zderzeniu; równoważność hipotez dla dwóch układów obowiązywać ma również po dojściu do kolizji między nimi (Leibniz 1969: 445).

W powyższym ujęciu, koncepcja Leibniza rodzi szereg kłopotów. Problem pierwszy dotyczy tego, że tezy (RL1i) i (RL1ii) utrzymywane łącznie prowadzą do błędnego koła. Jeżeli bowiem empiryczna miara „siły żywej” (poprzez którą definiuje się ruch absolutny i w związku z tym klasę wyróżnionych układów odniesienia) uwzględnia prędkość, to należy najpierw wiedzieć, w jakim układzie dokonywać pomiaru prędkości. Aby tego dokonać, trzeba dysponować koncepcją umożliwiającą rozróżnienie ruchu absolutnego od względnego *niezależnie od własności ciał* (Earman 1989: 131; Roberts 2003: 554). Drugi problem dotyczy sposobu, w jaki Leibniz formułuje wyjaśnienie ruchu obrotowego. Leibniz korzysta w tym kontekście z dwóch zasadniczych koncepcji. Po pierwsze, twierdzi on, że wszelki ruch jest ruchem prostoliniowym. Po drugie, Leibniz głosi, że ruch w ujęciu Newtona byłby słuszny jedynie wtedy, gdyby dotyczył ciał doskonale sztywnych, które jednak nie występują

⁴⁴ Dla Leibniza wszakże „nieruchomość jestestw” nie jest powiązana z żadną klasą materialnych konfiguracji (Leibniz 1969: 391).

w przyrodzie. Aby uniknąć atomizmu (zob. Łukasik 2006, 2009) i związanej z nim pustej przestrzeni, Leibniz sądził, że sztywność ciał jest rezultatem pewnej formy magnetyzmu, która utrzymuje razem części danego ciała w ruchu (Leibniz 1970: 449, 470). Leibniz uważał, że to pozwala wyjaśnić ruch obrotowy w taki sposób, że sprowadza się go do złożenia ruchów prostoliniowych części ciała sztywnego. Wówczas ruch obrotowy nie jest pewnym szczególnym stanem ruchu, który należy odnieść do absolutnej przestrzeni. W tym sensie Leibniz wyróżnia w pewien sposób ruch prostoliniowy, co wykorzystuje dalej w kontekście pytania o niezmienniczość praw – stwierdza, że jeżeli tzw. równoważność hipotez obejmuje ruch prostoliniowy, to podlega jej również ruch krzywoliniowy (*ibid.*: 450).

Earman proponuje interpretację poglądów Leibniza, zgodnie z którą ruch krzywoliniowy jest rezultatem kolizji (części) ciał poruszających się prostoliniowo. Stwierdza on wobec tego, że prawa kolizji odnoszące się do tego ruchu również są niezmiennicze pod przekształceniami Galileusza (Earman 1989: 72). Zatem prawa kolizji zakładają u Leibniza niezmienniczość ruchu prostoliniowego. To jednakże wymaga rozumienia ruchu w terminach określonej struktury przestrzennej i w związku z tym jej wyróżnienia, lecz stanowisko relacjonistyczne nie powinno wyróżniać struktury geometrycznej niezależnej od konfiguracji materialnych. Jest to przykładowa, poważna trudność relacjonizmu leibnizjańskiego, która jest elementem bardziej szczegółowych analiz. Earman (*ibid.*: rozdz. 4) wykazuje w nich, że za negacją relacjonistycznej tezy o naturze ruchu w kontekście przedrelatywistycznej fizyki przemawia przede wszystkim brak ściśle relacjonistycznego wyjaśnienia ruchu obrotowego. Tego celu nie udało się również zrealizować innym zwolennikom omawianej opcji, by wymienić tylko Christiana Huygensa czy Ernsta Macha.

4.2.2. Przestrzeń jako byt idealny

Tezę (RL2) rekonstruuje się, między innymi, na podstawie następującego fragmentu:

Co do mnie, niejednokrotnie podkreślałem, że mam przestrzeń za coś czysto względnego, podobnie jak czas, mianowicie za porządek współlistnienia rzeczy, podczas gdy czas stanowi porządek ich następstwa (Leibniz 1969: 336).

W tym kontekście, po pierwsze, należy zasygnalizować podstawową różnicę między relacjonizmem Leibnizjańskim i Kartezjańskim. Leibniz mianowicie nie utożsamiał przestrzeni z ciałami: „Nie twierdzę, że materia i przestrzeń są tym samym; powiadam tylko, że nie ma przestrzeni tam, gdzie nie ma materii, i że przestrzeń sama w sobie nie jest rzeczywistością

absolutną. Przestrzeń i materia różnią się między sobą tak, jak czas i ruch. Rzeczy te, chociaż różne, są jednak nierozdzielne” (Leibniz 1969: 394). Po drugie, Leibniz w swojej filozofii rozróżniał trzy poziomy: metafizyczny (dotyczący prostych monad; ich nieskończony zbiór tworzący fundamentalną rzeczywistość jest tym, co dla Leibniza stanowi podstawę operacji różniczkowania i całkowania), fenomenalny (superwenujący u Leibniza na poziomie metafizycznym, dotyczący ciał złożonych oraz ich percypowanego ruchu) oraz idealny (dotyczący sposobu ujmowania świata przez ludzki rozum) (McGuire 1976: 308; Winterbourne 1982; Hartz, Cover 1988; Roberts 2003: 556). Dla Leibniza czas i przestrzeń należą do poziomu idealnego:

Według mnie przestrzeń i czas są jedynie rzeczami idealnymi, jak wszystkie byty względne, które nie są niczym innym jak członami niezłożonymi, tworzącymi prawdy czy też wyrażenia złożone, jak na przykład proporcje. Kiedy mówię, że A tak się ma do B, jak 2 do 1, mogę zmienić to wyrażenie złożone na proste mówiąc, że stosunek zachodzący między A i B, podobnie jak między 2 i 1, jest prawdziwy. Tak oto byty względne sprowadzają się w końcu do prawd. (...) Ci, którzy ze stosunków czynią coś rzeczywistego, będącego czymś innym, niż prawdy, nieopacznie mnożą byty i niepotrzebnie rzecz gmatwają (Leibniz 1969: 355).

I dalej:

Nie twierdzą więc wcale, że przestrzeń jest porządkiem lub też położeniem, twierdzą natomiast, że jest porządkiem położenia lub porządkiem, według jakiego położenia są ułożone, i że przestrzeń abstrakcyjna jest tym porządkiem położenia pomyślanych jako możliwe (*ibid.*: 407).

W sytuacji, gdy odrzuci się rzeczywiste istnienie przestrzeni, należy inaczej zdefiniować miejsce i jego tożsamość w kolejnych momentach sekwencji czasowej:

Miejsce jest tym, o czym się powiada, że tym samym jest dla A i B, gdy związek współistnienia B z C, E, F, G itd. całkowicie odpowiada związkowi współistnienia, który A miało właśnie z nimi, przyjąwszy, że nie było żadnego powodu do zmiany w C, E, F, G itd. Można by powiedzieć także bez unaocznienia, że miejsce jest tym, co dla jestestw, jakkolwiek różnych, to samo jest w różnych chwilach wtedy, gdy ich związki współistnienia z pewnymi jestestwami, które pomiędzy jedną chwilą a drugą z założenia są nieruchome, całkowicie sobie odpowiadają. A jestestwa nieruchome to te, w których nie tkwi przyczyna zmiany porządku współistnienia lub (co na jedno wychodzi) w obrębie których nie ma ruchu. Wreszcie, przestrzeń jest tym, co wynika z razem wziętych miejsc. Dobrze zaś jest wziąć tu pod uwagę różnicę między miejscem a odniesieniem sytuacyjnym, które jest w ciele zajmującym miejsce. Albowiem miejsce A i miejsce B jest to samo, natomiast odniesienie A do ciał nieruchomych nie jest dokładnie i indywidualnie takie samo, jak uzyskane przez B (gdzie zajmie jego miejsce) odniesienie do tych samych ciał nieruchomych; one sobie odpowiadają jedynie (*ibid.*: 387).

We współczesnym ujęciu, dla relacjonisty warunki prawdziwościowe dla wypowiedzianych przezeń zdań o strukturze przestrzeni powinny być formułowane bez kwantyfikacji egzystencjalnej po częściach przestrzeni, a wyłącznie po konkretnych ciałach (Belot 2011: 3). Relacjonistyczny model danego stanu fizycznego powinien być modelem $R_1 = (b_1, b_2, \dots)$. Zatem w kontekście relacjonizmu leibnizjańskiego dla fizyki nierelatywistycznej i niepolowej zrezygnować można z ontologii *plenum*, przynajmniej gdy ograniczymy się do konkretnych, fenomenologicznie ujmowanych ciał⁴⁵. Wówczas można przyjąć, że, w odniesieniu do fenomenów, w relacjonizmie leibnizjańskim rozpatruje się rozproszone, konkretne ciała, pomiędzy którymi określone są relacje odległości. Przyjmę, że w tym kontekście można mówić o pewnych konfiguracjach ciał, będę nazywać to dalej konfiguracjami materialnymi. Można o nich stwierdzić, że mają pewną geometrię, stanowiącą wszakże matematyczny opis konfiguracji, a nie coś rzeczywistego.

4.2.3. Argumenty Leibniza

W relacjonizmie leibnizjańskim negacja rzeczywistego istnienia absolutnej przestrzeni, czyli negacja tezy (AN2), oznacza przyjęcie tezy (RL2). W swoich argumentach na rzecz (RL2) Leibniz opierał się na dwóch zasadach: PII oraz zasadzie racji dostatecznej (ZRD)⁴⁶. ZRD głosi, że „nic nie dzieje się bez racji, dla jakiej jest raczej tak aniżeli inaczej” (Leibniz 1969: 326). Zgodnie z PII (zob. podrozdz. 3.1.1) nie istnieją dwie rzeczy nieodróżnialne, przez co należy rozumieć, że każdemu rzeczywistemu obiektowi przysługuje przynajmniej jedna unikalna własność monadyczna. Jest to oczywiście mocna wersja tej zasady. ZRD i PII łączą się następująco: „Nie istnieje w odniesieniu do bezwzględnie niezróżnicowanych rzeczy żaden wybór, żaden zatem obiór ani wola, skoro wybór musi mieć jakiś powód lub zasadę” (*ibid.*: 346). Ogólny argument Leibniza jest następujący:

⁴⁵ Należy jednak podkreślić, że ignoruje się tutaj poziom metafizyczny filozofii Leibniza, tj. nie uwzględnia się ontologicznie fundamentalnej roli tworzących *plenum* monad. Ponadto, pomija się tutaj również odniesienie do eteru jako pewnego materialnego ośrodka. Odniesienie takie pojawia się u Leibniza w kontekście zagadnienia cudu. Jak sądzę, można potraktować to jako jeden z przykładów, w których Leibniz odrzuca rozumienie siły bezwładności jako stanu ciała oraz newtonowskie grawitacyjne oddziaływanie na odległość (Leibniz 1969: 340). Rozważana przeze mnie rekonstrukcja fizyki leibnizjańskiej jest zatem dalece uproszczona, ale pozwala to na wyszczególnienie roli PII oraz statusu relacji przestrzennych.

⁴⁶ Przy czym Leibniz pierwszorzędną rolę przyznawał ZRD, wywodząc z niej PII.

Przestrzeń jest czymś absolutnie jednorodnym i gdy brak rzeczy w niej umieszczonych, jeden punkt przestrzeni nie różni się absolutnie niczym od punktu drugiego. Otóż przy założeniu, że przestrzeń sama w sobie jest czymś odmiennym od porządku, w jakim pozostają ciała względem siebie, okazuje się, że niemożliwe jest, aby istniała racja, dla jakiej Bóg zachowując te same położenia ciał względem siebie umieścił je w przestrzeni właśnie tak, a nie inaczej, i dla jakiej nie ułożył wszystkiego na opak zastępując (na przykład) zachód wschodem. Jeśli jednak przestrzeń nie jest niczym innym, jak tym porządkiem czy związkim, i bez ciał jest niczym innym, tylko możliwością ich umieszczenia w niej, to oba te stany – jeden taki, jaki jest, drugi zaś z założenia odwrotny – nie różniłyby się zgoła między sobą, różnica ich tkwi bowiem jedynie w naszym urojonym założeniu o rzeczywistości przestrzeni samej w sobie, ale naprawdę jeden będzie akurat tym samym, co drugi, skoro oba są nierozróżnialne; a zatem nie ma potrzeby pytać o rację pierwszeństwa jednego z nich przed drugim (*ibid.*: 336).

Należałoby stwierdzić, że w argumencie Leibniza punkty przestrzeni są nierozróżnialne ze względu na symetrie translacyjne przestrzeni euklidesowej, które są symetrami ciągłymi. Przykład Leibniza można interpretować również jako symetrię dyskretną (zwierciadlaną). W moim wywodzie skupiam się na pierwszym przypadku.

W innym miejscu Leibniz stwierdził, że:

Jednorodność przestrzeni sprawia, że nie ma zarówno wewnętrznej, jak i zewnętrznej racji dla rozróżnienia w niej części oraz dla dokonania wśród nich wyboru. Albowiem racja zewnętrzna tego rozróżnienia musi mieć podstawę wewnętrzną; w przeciwnym razie byłoby to rozróżnienie czegoś nierozróżnialnego lub wybór obywający się bez rozróżnienia (*ibid.*: 350).

Relacje metryczne są relacjami zewnętrznymi, natomiast relacja może pozwalać na odróżnianie wtedy tylko, gdy jest relacją wewnętrzną. Tak, jak sądzę, należy interpretować stwierdzenia Leibniza o „wewnętrznej podstawie zewnętrznych racji rozróżnienia”. Relacje są relacjami wewnętrznymi, jeżeli ich zachodzenie między rzeczami powiązane jest tylko z własnościami monadycznymi tych rzeczy, a relacje zewnętrzne nie zależą od takich własności (MacBride 2016). Dlatego same własności metryczne punktów przestrzennych nie mogą pozwalać na odróżnianie rzeczy i, dalej, stwierdzanie ich indywidualności. PII zostaje zatem złamana, ponieważ, na gruncie poglądów Leibniza, to, co rzeczywiste, musi być i odróżnialne na podstawie monadycznych własności, i jednostkowe. Warunków tych nie spełniają oczywiście punkty jednorodnej, abstrakcyjnej przestrzeni euklidesowej (nie posiadają one żadnych własności monadycznych).

W przypadku ZRD substancjalna interpretacja przestrzeni jest niezgodna z tą zasadą, ponieważ w jej świetle absolutysta postulujący rzeczywiste istnienie przestrzeni dokonuje nieuprawnionej multiplikacji możliwości fizycznych. Earman (1989: 118) opisuje to

następująco. Dla Leibniza teza o substancjalności przestrzeni prowadzi do uznania, że światy możliwe $W_1, W_2 \dots W_{11} \dots W_{665} \dots W_n$ różnią się *jedynie* co do tego, że w każdym z tych światów dana materialna konfiguracja przesunięta jest np. o pięć metrów na wschód w świecie W_2 , trzy metry na północ w W_{11} , itd. Każdy z tych światów jest obserwacyjnie nieodróżnialny, tj. w każdym w nich ciała tworzące materialne konfiguracje mają identyczne własności obserwowalne oraz znajdują się w identycznych relacjach między sobą. Chociaż nie istnieje racja, by dokonać wyboru między światami, absolutysta musi twierdzić, że światy te różnią się nieobserwowalną relacją umieszczenia w różnych obszarach przestrzeni. Dla Leibniza taka inflacja możliwości fizycznych była niedopuszczalna, ponieważ lokalizacje materialnej konfiguracji w dwóch światach są nierozróżnialne ze względu na jednorodność przestrzeni. Stąd absurdalny zdaniem Leibniza wniosek, że to, co nieodróżnialne, należałoby rozróżnić⁴⁷ (zob. Teller 1991).

We współczesnej literaturze poświęconej klasycznemu sporowi absolutyzmu z relacjonizmem dokonuje się czasami rozróżnienia w argumentacji Leibniza na argument z przesunięcia statycznego i argument z przesunięcia kinematycznego (Maudlin 1993; Rickles 2007; Maudlin 2012; Pooley 2013; McDonough 2014; Møller-Nielsen 2015). Podział ten może wydawać się sztuczny, ale jest użyteczny, ponieważ pozwala wskazać w jaki sposób rozumowanie Leibniza jest trafne, a w jaki nie. *Argument z przesunięcia statycznego* odnosi się do absolutnego położenia. Przedstawiam ten argument następująco. Przyjmijmy, że translacje przestrzenne będziemy rozumieć jako symetrie ciągłe dotyczące materialnej konfiguracji składającej się, dla uproszczenia, z trzech ciał P, Q, R , o określonych relacjach metrycznych. Kartezjańskie współrzędne każdego z punktów (wektory położenia) przekształcają się liniowo tak, że: $(x_i, y_j, z_k) \rightarrow (x_i + \Delta x_i, y_j + \Delta y_j, z_k + \Delta z_k)$. W przypadku argumentu z przesunięcia

⁴⁷ Earman sądzi, że absolutysta mógłby się bronić w tym przypadku dopuszczając do zbioru własności lokalizację (czaso)przestrzenną. Wówczas mocna PII traci swoją moc, ponieważ materialne konfiguracje przesunięte względem absolutnej przestrzeni istotnie różniłyby się przynajmniej jedną własnością: (absolutną) lokalizacją. Przykład uważam jednak za nietrafny, ponieważ, po pierwsze, dodanie własności przestrzennej lokalizacji można by potraktować jako arbitralne, gdyby było jedynie reakcją na argument Leibniza. Po drugie, relacjonista leibnizjański mógłby odpowiedzieć, że doszło do pomieszczenia typów własności. Własność lokalizacji ujęta jako własność wewnętrzna byłaby dla relacjonisty równie bezzasadna co postulowanie rzeczywistego istnienia przestrzeni, ponieważ prowadzi do atrybutywizmu, poglądu zresztą uznawanego przez Clarka, i odrzucanego przez Leibniza (Leibniz 1969: 383). Natomiast własność lokalizacji ujęta jako własność zewnętrzna wymaga odniesienia do innych obiektów, ale to dopuszcza analizę takich własności jako własności relacyjnych, co ponownie prowadzi do zarzutu o hipostazowanie formalnych związków między obiektami.

stacznego interesuje nas tylko przesunięcie konfiguracji materialnej o pewną odległość, które zachowuje dane relacje metryczne. W tym kontekście zarzut Leibniza byłby następujący: postulując rzeczywiste i niezależne istnienie przestrzeni, absolutysta newtonowski musi twierdzić, że świat W_1 , w którym materialna konfiguracja K zlokalizowana w absolutnym położeniu (x_i, y_j, z_k) , jest światem różnym od świata W_2 , w którym konfiguracja K znajduje się w absolutnym położeniu $(x_i + \Delta x_i, y_j + \Delta y_j, z_k + \Delta z_k)$. W związku tym K usytuowana jest w innym miejscu przestrzeni. Absolutysta w związku z tym głosiłby, że $W_1 \neq W_2$. Natomiast Leibniz, w świetle ZRD i PII, stwierdziłby, że $W_1 = W_2$.

Argument z przesunięcia kinematycznego odnosi się do prędkości i do symetrii ruchu w mechanice Newtona⁴⁸:

(...) ruch nie zależy od obserwacji, lecz od obserwowalności. Nie ma ruchu, kiedy nie ma dającej się zaobserwować zmiany. A nawet gdy nie ma dającej się zaobserwować zmiany, nie ma w ogóle zmiany. Teza przeciwna opiera się na założeniu o przestrzeni rzeczywistej i absolutnej, które zbiłem przekonywająco dzięki zasadzie nieodzowności dostatecznej racji rzeczy (Leibniz 1969: 391).

Argument ten można oddać następująco. W mechanice Newtona występuje zarazem absolutny spoczynek, jak i absolutna prędkość. W teorię tę jednocześnie wbudowana jest zasada względności Galileusza (Newton 2015: 104), głosząca, że żaden eksperyment mechaniczny nie pozwala na rozróżnienie między spoczynkiem a ruchem jednostajnym. Zasadę tę wyrażają przekształcenia Galileusza:

$$\begin{aligned}x' &= x - vt, \\y' &= y, \\z' &= z, \\t' &= t.\end{aligned}\tag{22}$$

⁴⁸ Earman (1989: 119) uważa, że relacjonista leibnizjański może zinterpretować PII użytą w zasadniczym argumencie Leibniza jako weryfikacjonizm w duchu pozytywistycznym: warunkiem *sine qua non* stwierdzalności różnic między ciałami jest ich empiryczna wykrywalność. Earman myśli, że interpretacja argumentu Leibniza w duchu weryfikacjonizmu jest raczej wątpliwym manewrem egzegetycznym niż słuszną decyzją, jednakże nieuniknioną, jeżeli w ogóle bronić stosowania PII. Sądzę jednak, że ocena Earmana jest zbyt surowa. Leibniz pisał o obserwowalności, przez co, jak się zdaje, miał na myśli możliwość dokonania obserwacji. Jeżeli konstruując daną teorię, zostają w niej wprowadzone terminy czy struktury mające mieć sens fizyczny, lecz na gruncie tej teorii nie jest możliwe zaobserwowania tego, do czego mają się one odnosić w świecie, to jest to problematyczne. Z perspektywy Leibniza można, jak się zdaje, mówić tutaj o wykorzystaniu PII jako ograniczenia nakładanego na formułowanie opisu świata zjawisk, takiego mianowicie, aby nie czynić z matematycznych artefaktów ontologii świata fizycznego.

Współcześnie przekształcenia te bezpośrednio wyznaczają klasę układów inercjalnych, lecz w kontekście newtonowskich poglądów dotyczących istnienia absolutnej przestrzeni, możliwe jest wskazanie wyróżnionego inercjalnego układu odniesienia. W związku z tym dopuszczalne jest rozpatrywanie prędkości całego Wszechświata względem absolutnej przestrzeni, będącej tym wyróżnionym układem odniesienia. Jednakże w świetle przekształceń Galileusza ustalenie, czy dany układ znajduje się w spoczynku czy w ruchu prostoliniowym, jest już niemożliwe, tj. niemożliwa jest detekcja absolutnej prędkości (jedynie efekty związane z przyspieszeniem są wykrywalne). Zatem analogicznie jak w przypadku przesunięcia statycznego, substancjalista może dopuszczać wiele światów różniących się *jedynie* nieobserwowalną własnością absolutnej prędkości danego układu: ZRD i PII są wówczas złamane. Earman (1989: 48) stwierdza w tym kontekście, że błąd Newtona polega na postulowaniu zbyt bogatej struktury czasoprzestrzennej: dynamika respektująca zasadę względności Galileusza wymaga struktury uboższej, takiej, w której możliwe jest sformułowanie jako wielkości absolutnej nie prędkości, a przyspieszenia.

Maudlin (1993) oraz Møller-Nielsen (2015) podkreślają, że status opisanych wyżej argumentów nie jest taki sam. Obaj uznają, że argument z przesunięcia statycznego jest argumentem słabym, natomiast argument z przesunięcia kinematycznego jest argumentem mocnym. Można podać kilka powodów takiej oceny. Przesunięcie statyczne jest argumentem słabym, ponieważ: i) odnosi się on tylko do jednej klasy przekształceń – izometrii translacyjnych; ii) jest trywialny: dla dowolnej symetrycznej przestrzeni izometrie prowadzą do nieodróżnialności jej punktów (Muller 2011b: 1053); iii) dysponujemy wyrażeniami indeksującymi, takimi jak „znajduję się tutaj”, pozwalającymi wskazać określony obszar przestrzeni; w kontekście sytuacji kontryfakcyjnej znajdowałbym się już tam, a nie tutaj, i w tym sensie wyrażenia indeksujące pozwalają odróżniać dwa obszary przestrzenne (Maudlin 1993: 190; Møller-Nielsen 2015: 200). Argument z przesunięcia kinematycznego jest zaś argumentem mocnym, ponieważ dwie sytuacje, gdzie jedna powstała wskutek przesunięcia kinematycznego, są rzeczywiście nieodróżnialne, chociaż w świetle założenia absolutnych miejsc powinny być przynajmniej potencjalnie obserwowalne. Zasadne jest w związku z tym odrzucenie koncepcji absolutnej przestrzeni. Istotnie, rozwój nauki w XIX wieku, związany z bezskutecznymi próbami pogodzenia mechaniki (ujmowanej jako fundamentalna dyscyplina fizyczna) z elektromagnetyzmem w kontekście prób wykrycia eteru, a także stworzenie

koncepcji układów inercjalnych⁴⁹ doprowadziły do odrzucenia koncepcji absolutnej przestrzeni (rozumianej przede wszystkim jako absolutny układ odniesienia). Centralnym założeniem mechaniki klasycznej jest, jak się okazało, absolutny czas i jego relacyjny aspekt w postaci absolutnej równoczesności. Odrzucenie absolutnej równoczesności w STW prowadzi do odebrania mechanice klasycznej statusu fundamentalnego, natomiast samo odrzucenie absolutnej przestrzeni, pojętej jako absolutny układ odniesienia, do takiego rezultatu nie prowadzi.

4.3. Współczesny spór absolutystów z relacjonistami w kontekście filozofii czasoprzestrzeni

Dysponując zasadniczym ujęciem klasycznego (historycznego) sporu absolutyzmu z relacjonizmem, można przejść do charakterystyki tego sporu w kontekście współczesnej fizyki relatywistycznej. Zagadnienie indywiduów w ramach tejże dyskusji wynika bowiem z akceptacji określonych analogii między sporem klasycznym a współczesnym.

4.3.1. Teza substancjalizmu różnaitościowego

Wzorowane na absolutyzmie Newtonowskim sformułowanie absolutyzmu w kontekście fizyki czasoprzestrzeni i w odniesieniu do OTW (absolutyzm OTW, dalej: AO) składa się z dwóch tez:

Absolutyzm w OTW

(AO1) *Teza o absolutnej strukturze*: istnieje absolutna struktura czasoprzestrzenna, która jednoznacznie i niezależnie od nieczasoprzestrzennych elementów świata fizycznego pozwala rozróżnić ruch przyspieszony od nieprzyspieszonego (ruchu nieswobodnego od spadku swobodnego).

(AO2) *Teza substancjalizmu różnaitościowego*: czasoprzestrzeń jest substancją w tym sensie, że jest ontycznie autonomiczna, to znaczy niezależna od ciał/pól i zdarzeń materialnych. Jest ona reprezentowana przez różnaitość różniczkowalną, której punkty

⁴⁹ Pojęcie układu inercjalnego zostało wprowadzone do fizyki przez Ludwika Langego w roku 1885 (zob. DiSalle 2006: 100).

rozumiane są jako indywidua i po nich należy kwantyfikować egzystencjalnie.

W takim ujęciu AO, podobnie jak w AN, łączy ze sobą spór o naturę ruchu ze sporem o naturę czasoprzestrzeni, choć, rzecz jasna, kwestie te można rozpatrywać oddzielnie. O ile omówienie (AO1) uważam za istotnie, to w dalszych częściach pracy skupiam się wyłącznie na sporze o naturę czasoprzestrzeni. Argument za (AO1) w modelach czasoprzestrzeni relatywistycznych dotyczy wskazania sposobu określania absolutnych wielkości kinematycznych za pomocą struktury niezależnej od materialnych zdarzeń i procesów. Jest to zatem argument bazujący na pewnej szczególnie dobranej analogii między OTW a mechaniką klasyczną. Przedstawiam to następująco. Modele czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych są rozwiązaniami równań pola Einsteina:

$$R_{ab} - \frac{1}{2}g_{ab}R = 8\pi T_{ab} , \quad (23)$$

gdzie R_{ab} oznacza tensor krzywizny Ricciego, R – skalar krzywizny Ricciego, g_{ab} – tensor metryczny, T_{ab} – tensor energii-pędu. W równaniu tym geometria Wszechświata powiązana jest z rozkładem mas reprezentowanym przez T_{ab} , ale związek ten nie jest taki, że masy wyznaczają *jednoznacznie* geometrię, to znaczy nie jest spełniona zasada Macha (Kopczyński, Trautman 1984). Modele czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych mają zatem ogólną postać:

$$\langle M, g, T \rangle , \quad (24)$$

gdzie M to rozmaitość różniczkowalna mająca określoną strukturę topologiczną z nałożoną nań niepłaską strukturą afiniczną, zazwyczaj w kontekście OTW mająca własność parazwartości oraz spełniająca warunek Hausdorffa. Wymieniony przed chwilą g to symetryczny, niezdegenerowany tensor (pole tensorowe) typu $(0,2)$, będący metryką danej czasoprzestrzeni, T to tensor energii-pędu reprezentujący, upraszczając, rozkład mas i energii w danym modelu (Wald 1984: 22). Dla prostoty pomija się w podanym schemacie wskaźniki przy g i T . Model $\langle M, g, T \rangle$ można potraktować jako „ukonkretnienie” ogólnego modelu $\langle M, O_1 \dots O_n \rangle$ w kontekście OTW, gdzie obiekty geometryczne g i T są obiektami dynamicznymi, wprowadzonymi przez równania pola Einsteina.

Rozróżnienie na ruch przyspieszony (niegrawitacyjny) i nieprzyspieszony (grawitacyjny spadek swobodny) przeprowadzane jest za pomocą koneksji afinicznej. W jej terminach można wyartykułować pojęcie geodezyjnej, czyli linii świata lokalnie prostej (Friedman 1983: 67). Strukturę afiniczną konstruuje się następująco (Schutz 1995: 166–170).

Niech będzie dana pewna krzywa określona na punktach M oraz niech w każdym jej punkcie określone będzie pole wektorowe V . Wówczas, gdy dany jest wektor styczny \vec{U} do krzywej (istnieją dla niego pochodna kierunkowa i pochodna względem parametru λ wzdłuż krzywej, czyli $\vec{U} = d\vec{x}/d\lambda$), to V jest przenoszone równoległe wzdłuż \vec{U} , gdy wektory z V w nieskończenie bliskich punktach są równoległe i mają jednakową długość. W rozważanym przypadku przeniesienie równoległe jest zależne od wyboru układu współrzędnych ψ . Do sformułowania ogólnej definicji przeniesienia równoległego korzysta się w związku tym z pochodną kowariantnej ∇ oraz z symboli Christoffela, które można rozumieć jako współczynniki koneksji Γ . Symbole te zapisuje się jako $\Gamma_{\alpha\beta}^{\mu}$ i należy rozumieć jako μ -tą składową kombinacji liniowej wektorów bazowych. $\Gamma_{\alpha\beta}^{\mu}$ określa, jaki wektor podlega różniczkowaniu, po której współrzędnej wektor jest różniczkowany i wskazuje składową zróżniczkowanego wektora. Symbole Christoffela (drugiego rodzaju) wykorzystywane są do skonstruowania pochodnej kowariantnej, która pozwala różniczkować na rozmaitości zakrzywionej, gdzie należy brać pod uwagę pochodne zmieniających się wektorów bazowych⁵⁰. W uproszczeniu można stwierdzić, że pochodna kowariantna ∇ zostaje wprowadzona jako połączenie zwykłej pochodnej z V , oznaczanej skrótowo⁵¹ jako $V_{;\beta}^{\mu}$, oraz $\Gamma_{\alpha\beta}^{\mu}$. Wówczas pochodna kowariantna zapisywana jest jako:

$$V_{;\beta}^{\mu} = \frac{\partial V^{\mu}}{\partial x^{\beta}} + \Gamma_{\alpha\beta}^{\mu} V^{\alpha} = V_{,\beta}^{\mu} + \Gamma_{\alpha\beta}^{\mu} V^{\alpha}, \quad (25)$$

czyli

$$(\nabla V)_{\beta}^{\alpha} = V_{;\beta}^{\alpha}. \quad (26)$$

Teraz można podać następującą definicję przeniesienia równoległego pola wektorowego V wzdłuż wektora stycznego \vec{U} :

⁵⁰ W tym kontekście, rzecz jasna, mowa jest o wewnętrznej krzywiznie rozmaitości, przez co należy rozumieć, że rozważane są ścieżki w obrębie danej rozmaitości. W przypadku krzywizny zewnętrznej, do stwierdzenia zakrzywienia potrzebne jest zanurzenie przestrzeni o pewnym wymiarze w przestrzeni o wymiarze wyższym, i przyjęcie linii prostej zdefiniowanej w tej drugiej przestrzeni jako standardu pozwalającego określić, na ile linie w przestrzeni pierwszej od tego standardu odbiegają (w ten sposób określając zakrzywienie). Zakrzywienie wewnętrzne określane jest przy pomocy przeniesienia równoległego linii lokalnie prostych – jeżeli linie po przeniesieniu nie pozostają równoległe, to dana przestrzeń jest zakrzywiona. (Schutz 1995: 167). Przeniesienie równoległe w przypadku zakrzywionych czasoprzestrzeni omówiłem wyżej.

⁵¹W tym zapisie, ∇ , bez modyfikacji znaczenia, zastąpiona jest przez przecinek.

$$U^\beta V_{;\beta}^\alpha = 0 \leftrightarrow \frac{d}{d\lambda} V = \nabla_{\vec{U}} V = 0, \quad (27)$$

czyli pochodna kowariantna wynosi zero wzdłuż krzywej. Krzywe sparametryzowane parametrem afinicznym nazywane są liniami geodezyjnymi, interpretowanymi jako linie świata swobodnie spadających cząstek.

Symbole Christoffela potrzebne do uzyskania struktury afinicznej i w rezultacie do równania geodezyjnej są otrzymywane z metryki g . Ponieważ g w OTW jest obiektem dynamicznym, to można przyjąć, że reprezentuje przygodne własności świata. W związku z tym wydawałoby się, że dla absolutysty w odniesieniu do OTW powinno to być problematyczne: w świetle poglądów absolutystycznych rozróżnienie na spadek swobodny i ruch przyspieszony (związany z działaniem sił niegrawitacyjnych) nie powinno zależeć od przygodnych aspektów świata. Odpowiedź na ten problem jest następująca. Istnieje bowiem warunek kompatybilności pochodnej kowariantnej z metryką, zgodnie z którym określonej metryce jednoznacznie przyporządkowana jest unikalna pochodna kowariantna, tj. jeżeli ∇ jest operatorem pochodnej kowariantnej, a g_{ab} metryką na rozmaitości M , to ∇ jest kompatybilna z g_{ab} , jeżeli $\nabla_a g_{bc} = 0$ (Malament 2012: 77). Dowód unikalności danej ∇ dla danego g_{ab} znaleźć można w (*ibid.*: 78). Intuicyjnie, oznacza to, że w przypadku konkretnych ∇ , dających strukturę afiniczną, oraz konkretnych g_{ab} , linie proste wyznaczane przez koneksję są zgodne z liniami geodezyjnymi. Earman uważa, że ten aspekt OTW pozwala na mówienie o stanie ruchu określonej cząstki (czy porusza się po geodezyjnej czy nie) bez potrzeby odwoływania się do relacji tej cząstki z innymi obiektami materialnymi (Earman 1989: 97). Oczywiście, metryka nadal jest dynamiczna i przygodna. Kluczowe jest w tej argumentacji, że takiej metryce odpowiada dokładnie jedna struktura afiniczna.

Rozważę teraz tezę AO2 – tezę substancjalizmu rozmaitościowego. Przy założeniu, że powyższe rozważania są poprawne, struktura afiniczna powinna być strukturą *czegoś* – czasoprzestrzeni reprezentowanej przez M , na punktach której struktura afiniczna jest określona. Earman, w swojej charakterystyce obiektów absolutnych stwierdził: „wydaje mi się, że żadna ciekawa koncepcja obiektów absolutnych nie może zostać wyartykułowana, jeżeli sama M nie będzie absolutna” (Earman 1989: 38). Decyduję się na używanie określenia „*quasi*-absolutny” w odniesieniu do M w kontekście charakterystyki absolutyzmu ogólnorelatywistycznego, ponieważ przedrostek „*quasi*” sygnalizuje, że M nie może być absolutna w ten sam sposób, co np. absolutna przestrzeń, tj. nie można *po prostu* umieścić M w kategorii obiektów absolutnych. W kontekście przytoczonego powyżej poglądu Earmana, przez *quasi*-absolutność M będę rozumieć to, że jeżeli dla pewnej klasy modeli z przestrzeni

modeli zamierzonych przez OTW, przykładowo dla wybranych z tej klasy dwóch modeli (M, O_i) i (M', O'_i) , zachodzi tożsamość $M = M'$, to różniczkowalność M jest taka sama w każdym z modeli z rozważanej klasy (por. Stachel 2014: 35). Intuicyjnie oznacza to, że dane modele zostały skonstruowane z tego samego zbioru punktów różniczkowalnej, które *a priori* określone są jako byty indywidualne niezależnie od konkretnych rozwiązań równań pola Einsteina. Punkty czasoprzestrzeni są „takie same” między modelami w takim sensie, w jakim punkty przestrzeni posiadają tożsamość w (absolutnym) czasie (zob. Butterfield 1988: 12; Maudlin 1990: 541). Oczywiście, różnice między jednym a drugim przypadkiem są bardzo duże, ale idzie jedynie o wyrażenie jakiegokolwiek sensu, w jakim punkty czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej mogą być (*quasi-*) absolutne i w ten sposób analogiczne do punktów absolutnej przestrzeni.

W związku z powyższym twierdzę, że interpretacja M jako *quasi*-absolutnego obiektu niesie ze sobą, przynajmniej w ramach ogólnego podejścia Earmana i Nortona do tezy substancjalizmu różniczkowalności, konsekwencję w postaci ontycznej indywidualności punktów różniczkowalności czasoprzestrzennej. Stąd model stanu fizycznego S opisywanego przez OTW powinien dopuszczać egzystencjalną kwantyfikację po punktach M , co sprawia, że są one traktowane jako rzeczywiste punkty (obiekty) czasoprzestrzeni w S :

$$S = (p_1 \dots p_n, b_1 \dots b_n), \quad (28)$$

gdzie p_i są punktami czasoprzestrzeni, a b_j materialnymi zdarzeniami/ciałami. Na rzecz AO2 przytaczany był teoriopółowy argument Fielda, o następującej treści:

Tak jak ja to widzę, teoria pola jest po prostu teorią, która przypisuje kauzalne własności punktom czasoprzestrzeni lub pewnym obszarom czasoprzestrzeni bezpośrednio (w przeciwieństwie do [przypisywania] pośrednio, poprzez ciała, które zajmują te punkty, czy też obszary). (Lub, żeby być bardziej ścisłym, jest to teoria, która posługuje się kauzalnymi predykatami, odnoszącymi się bezpośrednio do punktów lub obszarów czasoprzestrzeni). Na przykład w teorii pola elektromagnetycznego każdemu punktowi czasoprzestrzeni przypisujemy natężenie pola elektrycznego i magnetycznego niezależnie od tego, czy punkt ten zajmowany jest przez materię, czy też nie. Oczywiście zakłada to substancjalizm: zgodnie z relacjonizmem nie ma żadnych punktów ani innych obszarów czasoprzestrzeni niezajmowanych przez ciała, tak że przypisywanie własności takim punktom lub obszarom nie ma sensu. W konsekwencji wydaje mi się, że fizyczną teorią, która ma być zgodna z czymś, co zasługuje na miano relacjonizmu, nie może być teoria pola (Field 1989: 181, tł. J. Gołosz 2001: 56).

Argument ten jest jednak wadliwy. Po pierwsze – popełnione jest błędne koło. Field nie wyjaśnia, jak należy rozumieć interpretację pól fizycznych rozumianych jako własności

czasoprzestrzeni, ponadto istnienie punktów czasoprzestrzeni jako indywidualów jest założone. Dostępna jest bowiem kontrargumentacja, zgodnie z którą pola fizyczne możemy interpretować po prostu jako byty materialne wypełniające świat. Wówczas zbiór pól wyczerpuje ontologię świata, a punkty czy obszary czasoprzestrzeni można traktować jako lokalizacyjne własności danego pola (Teller 1991). Po drugie – zachodzi błąd ekwiwokacji. Gołosz (1999; 2001) zauważa, że wyrażenia formalne, przy pomocy których zapisuje się natężenia pól elektrycznych i magnetycznych w danym obszarze czasoprzestrzeni, są podobne kształtem do wyrażeń predykatowych wykorzystywanych do oznaczania własności. Jest natomiast jasne, że w kontekście fizyki natężenie danego pola oznacza po prostu przyjęcie przez dane pole takiej a takiej wartości, nie zaś ontologiczny status własności (Gołosz 2001: 60). Po trzecie – argument sprzyja supersubstancjalistycznej interpretacji, zgodnie z którą wszystkie byty materialne dają się zredukować do stanów czasoprzestrzeni. Program fizyczny, w ramach którego usiłowano tę ideę zrealizować – geometrodynamika – zaowocował jednakże niepełną i niesprawdzoną teorią fizyczną (Wheeler 1962; Stachel 1972; Misner, Thorne, Wheeler 1973).

Argument Fielda, mimo, że jako taki jest nie do utrzymania, może wskazywać, co substancjalista mógłby uwzględnić w swojej interpretacji OTW, akceptując Quine’owskie kryterium istnienia – kwantyfikację egzystencjalną po obiektach z jednoznacznie określoną tożsamością (Quine 1969: 23), będących w rozważanym tutaj przypadku punktami rozmaitości czasoprzestrzennej. Wówczas zasadny wydaje się pogląd, że rozumiana substancjalistycznie rozmaitość czasoprzestrzenna, gwarantująca dobrze określoną indywidualność punktów *via quasi-absolutny* status tejże rozmaitości, pozwala sformułować możliwe wyjaśnienie sukcesu prewidyistycznego OTW. Można mianowicie twierdzić, że teoria ta odniosła sukces, ponieważ świat jest taki, iż istnieje w nim czasoprzestrzeń trafnie reprezentowana w modelach OTW przez rozmaitość czasoprzestrzenną.

4.3.2. Relacjonizm redukcjonistyczny

Relacjonista redukcjonistyczny chce wyeliminować z ontologii świata fizycznego punkty i obszary czasoprzestrzeni interpretowane substancjalistycznie. Przykładową wersją takiego stanowiska jest pogląd, zgodnie z którym nie mogą istnieć nieobsadzone punkty rozmaitości czasoprzestrzennej⁵². Relacjonizm eliminacyjny w tej postaci jest wyjątkowo

⁵² Nadal korzystam z rozróżnienia na „punkty czasoprzestrzenne” i „zdarzenia w sensie właściwym”, nie utożsamiając ich ze sobą, jak często czyni się to w literaturze fizycznej (zob. rozdz. 4.3.2).

trudny do obrony w przypadku OTW, teoria ta bowiem dopuszcza tzw. puste czasoprzestrzenie, w których tensor energii-pędu zeruje się (zob. Wald 1984: 224). Trudno jest znaleźć współczesnych relacjonistów, którzy dokładnie takich przekonań zechcieliby bronić. Proponuję, aby relacjonizm redukcjonistyczny (RR) w kontekście OTW rozumieć, w sposób ogólny, następująco:

**Relacjonizm
redukcjonistyczny**

(RR1) *Teza o zbędności absolutnej struktury*: nie istnieje absolutna struktura czasoprzestrzenna. Rozróżnienie między ruchem nieswobodnym a spadkiem swobodnym da się opisywać wyłącznie w terminach relacyjnych konfiguracji zdarzeń.

(RR2) *Teza redukcjonizmu*: czasoprzestrzeń jest w pełni sprowadzalna do relacyjnych konfiguracji zdarzeń. Czasoprzestrzeń nie jest ontycznie samodzielna w żadnym sensie; jej pojęcie jest raczej częścią opisu konfiguracji.

Skupię się na ontologicznej tezie (RR2) w kontekście poprzedzającym współczesne sformułowanie argumentu dziury przeciwko substancjalizmowi. Przykładową strategię obrony RR można znaleźć w rekonstrukcji sporu absolutyzmu z relacjonizmem dokonanej przez Michaela Friedmana (1983: 219–222), przy czym deklaracyjnie skupia się on bardziej na STW. Jego propozycja jest jednak na tyle ogólna, że może znaleźć w niej dobry przykład RR również dający się zastosować w OTW. Friedman przedstawia dwa modele: jeden dotyczący czasoprzestrzeni (model C), drugi dotyczący charakterystyki zdarzeń fizycznych (model B) i ich wzajemnych relacji. Friedman sądzi, że absolutysta i relacjonista redukcjonistyczny odmiennie pojmują relację między modelami C i B . Proponuje on następujące ujęcie tej kwestii. Niech $C = \langle M, \tau, \sigma, \lambda \rangle$, a $B = \langle \mathcal{P}, \tau', \sigma', \lambda' \rangle$, gdzie C zawiera rozmaitość różniczkowalną M reprezentującą punkty czasoprzestrzenne oraz relacje, jakie między tymi punktami zachodzą: τ reprezentuje interwał czasopodobny, σ - interwał przestrzennopodobny, zaś λ - interwał światłopodobny. B zawiera zbiór konkretnych, fizycznych zdarzeń oraz (konkretne) relacje zachodzące między tymi zdarzeniami. Według Friedmana, absolutysta postrzegać będzie relację między modelami C i B w taki sposób, że model B jest podmodelem modelu C , przez co należy rozumieć, że zbiór zdarzeń \mathcal{P} jest podzbiorem właściwym zbioru M , $\mathcal{P} \subseteq M$. W zbiorze relacji $\langle \tau', \sigma', \lambda' \rangle$ primy oznaczają ograniczenie zbioru dopuszczalnych relacji ze

względu na \mathcal{P} . Wówczas, jak sądzi Friedman, własności modelu C służą jako *wyjaśnienie* własności modelu B , np. interwał między dwoma zdarzeniami jest taki a taki, ponieważ interwał między dwoma punktami czasoprzestrzennymi jest taki a taki⁵³. W rezultacie, absolutysta nie może utożsamić zbioru \mathcal{P} , zinterpretowanego jako zbiór zdarzeń fizycznych, z dowolnym podzbiorem M – wybór innego podzbioru jest już wyborem innej możliwej sytuacji. W kontekście omawianego ujęcia relacjonizm redukcjonistyczny rozumiany jest następująco. Relacja między modelami C i B jest taka, że zbiór \mathcal{P} odwzorowywany jest na *dowolny* podzbiór M przy pomocy dowolnej funkcji ϕ . Zbiór M stanowi jedynie matematyczną reprezentację własności modelu B . Odnosny podzbiór oznaczany jest jako $\phi(\mathcal{P})$, odwzorowanie jest natomiast iniekcją $\phi: \mathcal{P} \rightarrow M$. Należy utożsamić podzbiory rozmaitości M , jeżeli służą one do reprezentowania obserwacyjnie identycznej konfiguracji, składającej się ze zdarzeń fizycznych i relacji między nimi (*ibid.*: 220). W ramach ostatniego zdania tejże charakterystyki relacjonizmu redukcjonistycznego oddane jest to, jak Friedman wyraża sens Leibnizowskich argumentów z przesunięć w kontekście czasoprzestrzennym (*ibid.*). Zauważa on wszakże, że takie sformułowanie analogii argumentów Leibniza stosuje się przede wszystkim do czasoprzestrzeni symetrycznych (*ibid.*: 221).

Ujęciu Friedmana można przedstawić przynajmniej dwa zarzuty. Pierwszy dotyczy sformułowania stanowiska absolutystycznego, drugi konsekwencji, jakie płyną z friedmanowskiego ujęcia sporu absolutyzmu z relacjonizmem. Pierwszy zarzut polega na wskazaniu błędu kategoryjnego w stwierdzeniu, że zbiór zdarzeń fizycznych może być dosłownie podzbiorem rozmaitości czasoprzestrzennej. Earman podkreśla bowiem, że w literaturze fizycznej terminu „zdarzenie” używa się zarówno jako synonimu punktów czasoprzestrzeni, jak i w sensie wydarzenia się czegoś w danej lokalizacji czasoprzestrzennej, jak np. przyjęcie przez pole elektromagnetyczne określonej wartości natężenia (Earman 1989: 164). W kontekście sporu o ontologię czasoprzestrzeni wprowadzenie takiej wieloznaczności terminu „zdarzenie” skutkuje przypuszczeniem, że absolutysta friedmanowski zaniedbuje różnicę między zdarzeniami materialnymi a czasoprzestrzenią. W swoich rozważaniach dotyczących, przykładowo, stanowiska własnego, będę zachowywać rozróżnienie wskazane przez Earmana.

Drugi zarzut dotyczy sposobu funkcjonowania ujęcia Friedmana w kontekście fizyki polowej. Friedman zauważa bowiem, że dopuszczenie w ontologii świata fizycznego pól

⁵³ Ten prosty przykład nie został podany przez Friedmana, sformułowałem go, żeby spróbować pokazać zasadniczą intuicję, która może stać za użyciem słowa „wyjaśnienie” w odnośnym kontekście.

fizycznych, będących bytami rozciągłymi, zajmującymi obszar czasoprzestrzeni, staje się problematyczne, gdy zaakceptować ujęcie debaty substancjalistów z relacjonistami jako sporu o to, czy istnieją nieobsadzone punkty czasoprzestrzeni. Uwzględnienie pól oznaczałoby, że wszystkie punkty czasoprzestrzeni są obsadzone. W tym kontekście, zdaniem Friedmana, ontologie absolutysty i relacjonisty byłyby równie bogate, a to oznaczałoby rozwiązanie sporu. W kontekście OTW Friedman proponuje uniknięcie tego problemu poprzez skupienie się na tensorze T i jego niezerowaniu się. Wydaje się, że, zdaniem Friedmana, relacjonista uznawać może tylko modele czasoprzestrzeni z $T \neq 0$, ponieważ tylko takie modele reprezentują rzeczywisty, niesymetryczny, niejednorodny, zawierający materię i energię Wszechświat. Friedman sądzi, że nawet jeżeli \mathcal{P} jest izomorficzny z M , to można przyjąć, że zbiór zdarzeń fizycznych powinien być odwzorowywany na model czasoprzestrzeni, w którym $T \neq 0$, tj. jedynie modele tego typu stanowią dopuszczalną dla relacjonisty reprezentację czasoprzestrzeni.

Takie postawienie sprawy stwarza dwie zasadnicze trudności. Po pierwsze, relacjonista friedmanowski zmuszony jest do uznania pewnych modeli czasoprzestrzeni jako niefizycznych, tj. dokonuje on arbitralnej selekcji wśród modeli czasoprzestrzeni. Można to rozumieć jako wykluczenie ze zbioru adekwatnych modeli tych, które szczególnie są kłopotliwe dla relacjonisty – tych, w których ujawnia się dynamiczna rola czasoprzestrzeni. Po drugie, jak zauważa Earman, ontologia relacjonisty bynajmniej nie będzie równie bogata jak ontologia absolutysty w kontekście pól fizycznych, zajmujących wszystkie obszary czasoprzestrzeni. Jeżeli usunąć błąd kategorialny wymieniony w poprzednim zarzucie, to nawet gdy zbiór zdarzeń materialnych będzie izomorficzny ze zbiorem punktów czasoprzestrzennych, dla relacjonisty, w ujęciu Friedmana, M nadal będzie pewną idealizacją \mathcal{P} . Nie jest zatem tak, że relacjonista dysponuje odwołaniem do dostatecznie bogatej struktury, aby jednoznacznie określić wielkości związane z przyspieszeniem. O ile przyjąłem, że argument Fielda, zgodnie z którym pola fizyczne są własnościami czasoprzestrzeni, jest wadliwy, tj. wnioskowanie o istnieniu punktopodobnych części czasoprzestrzeni z istnienia pól fizycznych jest nieprawidłowe, to nadal zwolennik tezy substancjalizmu różniczkowego może twierdzić, że pola fizyczne charakteryzowane są przede wszystkim w odniesieniu do różniczkowalnej M , nie zaś do konfiguracji materialnej zdarzeń (zob. Earman 1989: 159).

W przypadku strategii relacjonisty friedmanowskiego sposób uniknięcia kłopotów związanych z trudnym do utrzymania poglądem o równoważności ontologii relacjonistycznej i substancjalistycznej może być następujący. Relacjonista może przyznać, iż jego ontologia nie jest równie bogata jak substancjalistyczna ontologia absolutysty, ale może również rozszerzyć

zbiór własności przypisywanych ciałom czy polom. Przykładowo, relacjonista, nie dysponując odniesieniem do jakiegś absolutnej struktury afinicznej, może przypisać ciałom monadyczną własność przyspieszenia (Sklar 1974). Propozycja Sklara odnosi się wszakże do mechaniki klasycznej i nie jest w tym kontekście efektywna. Nie wiadomo również, w jaki sposób można by przeprowadzić analogiczny manewr w kontekście fizyki relatywistycznej, gdzie rozróżnienie na lokalny spoczynek a ruch przyspieszony wprowadzane jest w terminach krzywych czasoprzestrzennych. Skow (2007) pokazuje, że określenie trajektorii ruchu cząstki przy wykorzystaniu przyspieszenia ujętego jako pierwotne własności ciała prowadzi do niedookreślenia ewolucji czasowej rozważanej cząstki. Friedman (1983) proponuje mówienie o własnościach momentalnych fragmentów konkretnych trajektorii fizycznych, ale nie rozbudowuje tego poglądu, chociażby dlatego, że uważa, iż relacjonista niewiele zyskuje na takim manewrze. Friedman uważa tak, ponieważ, jak sądzi, relacjonista zastępowałby tajemniczą nieobserwowalną strukturę równie tajemniczą własnością monadyczną.

Jeżeli zgodzić się na sformułowanie sporu absolutyzmu z relacjonizmem w kontekście fizyki czasoprzestrzeni w bliskiej analogii do sporu absolutyzmu z relacjonizmem na gruncie mechaniki klasycznej, to należy stwierdzić, że *prima facie* przewaga jest po stronie absolutysty i w związku z tym również zwolennika tezy substancjalizmu różniczkowego. Jednakże argument wzorowany na argumentach Leibniza, tzw. argument dziury, burzy ten prosty obraz.

4.3.3. Argument dziury

Współczesny argument dziury zaprezentowany został przez Johna Earmana i Johna Nortona (1987), a potem przez Earmana (1989) w nieco zmodyfikowanej wersji⁵⁴. Earman

⁵⁴ Argument dziury Earmana i Nortona opiera się na argumencie dziury Einsteina, który ten pierwotnie sformułował przeciwko ogólnie niezmienniczym postaciom równań pola we wczesnych wersjach OTW. W tym kontekście niech G oznacza tensor metryczny, zaś x czterowymiarowy układ współrzędnych. Niech $G(x)$ reprezentuje pewne rozwiązanie układu równań pola. Jeżeli zarówno współrzędne, jak i składniki tensora metrycznego są poddane transformacji $x \rightarrow x' = f(x)$, przekształcającej układ współrzędnych x w układ x' , wówczas $G'(x')$ reprezentuje to samo rozwiązanie w innym układzie współrzędnych. Ponieważ równania pola są ogólnie współzmiennicze, to $G'(x)$ również musi być rozwiązaniem równań pola. Niech H oznacza teraz „dziurę”, to jest dowolny obszar czterowymiarowej różniczkowej, będący zbiorem domkniętym, w którym wartości tensora energii–pędu wynoszą $T_{\mu\nu} = 0$, a także niech źródła $T_{\mu\nu}$ dla pola $G(x)$ będą określone wszędzie poza i na brzegu H . Okazuje się, że mimo takiego wyczerpującego określenia, nie da się wskazać unikalnego rozwiązania matematycznego dla obszaru *wewnątrz* dziury. Transformacje dyfeomorficzne nie zmieniają $T_{\mu\nu}$.

i Norton zaproponowali wykorzystanie argumentu dziury jako argumentu przemawiającego przeciwko tezie substancjalizmu różnaitościowego (Earman, Norton 1987; Earman 1989; Butterfield 1989; Maudlin 1989, 1993; Hofer 1996, 1998, Belot, Earman 2001; Gołosz 2001; Rickles 2007; Pooley 2013; Stachel 2014). W sposób ogólny argument ten proponuję zrekonstruować następująco:

1. Jeżeli substancjalizm różnaitościowy jest prawdziwy, to należy odrzucić równoważność Leibniza.

2. Jeżeli teza głosząca słuszność odrzucenia równoważności Leibniza jest prawdziwa, to OTW jest teorią radykalnie indeterministyczną.

Argument

3. (z 1 i 2) Jeżeli substancjalizm różnaitościowy jest prawdziwy, to OTW jest teorią radykalnie indeterministyczną.

Dziury

4. OTW nie jest teorią radykalnie indeterministyczną.

5. (z 3 i 4) Substancjalizm różnaitościowy jest fałszywy.

W odniesieniu do przesłanki 1. w przedstawionej rekonstrukcji argumentu, w wywodzie Earmana i Nortona odpowiada jej przedstawiony przez nich „dylemat weryfikacjonisty”, z którym musi zmierzyć się zwolennik substancjalizmu różnaitościowego. Do sformułowania tego dylematu potrzebne są wcześniejsze wyjaśnienia. Konstruując argument dziury, Earman i Norton odnoszą się do tych teorii czasoprzestrzeni, które nazywają lokalnymi teoriami czasoprzestrzeni, czyli takimi, „które wyrażone są przez lokalne równania różniczkowe dla obiektów geometrycznych O_i ” (Gołosz 2001: 69). Teorie tego typu, w ujęciu przywoływanych autorów, spełniają przede wszystkim dwa warunki: i) „muszą to być teorie czasoprzestrzeni, które mają modele postaci $\langle M, O_1, O_2, \dots, O_n \rangle$, gdzie M jest różnaitością różniczkową, O_i są polami obiektów geometrycznych na M , a n pewną dodatnią liczbą całkowitą. Każdy z tych

więc wszędzie poza obszarem dziury $G(x)$ i $G'(x)$ są sobie matematycznie równoważne, lecz nie w niej samej. Zatem ogólna niezmienniczość jest zbyt szeroką grupą symetrii. Wytwarza ona sytuację, w której mamy obszar czasoprzestrzeni, który nie jest jednoznacznie określony przez źródła tensora energii–pędu (czyli źródła pola grawitacyjnego) (Stachel 2014: 10–11). Trafny zatem wydaje się pogląd, że skoro ogólna współzmienniczość była uznawana początkowo przez Einsteina za problem dokładnie z tego powodu, że uniemożliwiała wyrażenie faktu, iż rozkład energii–pędu jednoznacznie i wszędzie określa metrykę, to Einstein odrzucał ogólną współzmienniczość ze względu na trudność w połączeniu ją z zasadą Macha.

modeli spełniać musi równania pola w postaci: $O_k = 0, O_{k+1} = 0, \dots, O_n = 0$, gdzie każdy z obiektów O_k pojawiających się w równaniach pola jest tensorem” (*ibid.*); oraz ii) warunek pełności – „jeżeli teoria czasoprzestrzeni posiada modele postaci $\langle M, O_1, O_2, \dots, O_n \rangle$, które spełniają równania pola (...), wtedy każda $(n + 1)$ -tka powyższej postaci spełniająca równania pola jest również modelem teorii” (*ibid.*: 70).

OTW jest lokalną teorią czasoprzestrzeni. Jest również teorią „niezależną od tła”, czyli ogólnie współzmienniczą, czego wyrazem jest brak obiektów absolutnych A_i w modelach czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych. Własność ogólnej współzmienniczości można rozumieć następująco. W pewnej teorii ogólnie współzmienniczej T , postać równań tejże teorii pozostaje niezmienna, niezależnie od wyboru czasoprzestrzennego układu współrzędnych. Wskazuje się dwie interpretacje ogólnej współzmienniczości w kontekście STW i OTW: bierną i aktywną. Przy interpretacji biernej, „jeżeli mamy pewien układ pól, możemy dowolnie zmieniać nasz czasoprzestrzenny układ współrzędnych, a opis pól w nowych układach współrzędnych nadal będzie zawierać rozwiązania równań teorii” (Norton 2003: 113, tł. D. Luty). W przypadku interpretacji biernej rozpatruje się *to samo* rozwiązanie równań teorii. Aktywna interpretacja, na której skupiają się Earman i Norton, pozwala na mówienie o wielu rozwiązaniach w tym samym czasoprzestrzennym układzie współrzędnych: „na przykład, przyjmijmy, że równania pewnej ogólnie współzmienniczej teorii dopuszczają jako rozwiązanie pole skalarne $\phi(x^i)$. Wówczas ogólna współzmienniczość pozwala na wytworzenie arbitralnie wielu więcej rozwiązań poprzez, mówiąc metaforycznie, odmienne nałożenie pola skalarnego na rozmaitość czasoprzestrzenną zdarzeń. Wprowadzając nowe nałożenia [pola skalarnego na rozmaitość], potrzebujemy gładkiego odwzorowania działającego na zdarzeniach” (*ibid.*, tł. D. Luty). Przy dosłownym odczytaniu, uzyskane po odpowiednich transformacjach pole skalarne $\phi'(x')$ jest wówczas innym rozwiązaniem równań pola, bowiem przyjmuje ono określoną wartość w innych punktach rozmaitości czasoprzestrzennej.

Panuje wszakże zgoda, że takie dosłowne odczytanie jest nieadekwatne: pola skalarne $\phi(x^i)$ i $\phi'(x')$ odnoszą się do *tej samej* sytuacji fizycznej, ponieważ różnią się czysto matematycznie – transformacja dyfeomorficzna działająca na rozmaitości i pozwalająca na wygenerowanie pola $\phi'(x')$ nie ma znaczenia fizycznego. Earman i Norton (1987: 520, tł. D. Luty) wyrażają to w kontekście OTW jako „twierdzenie o cechowaniu”: „jeżeli $\langle M, O_1, \dots, O_n \rangle$ jest modelem lokalnej teorii czasoprzestrzeni i h jest dyfeomorfizmem z M na M , wtedy każdy model o postaci $\langle M, h * O_1, \dots, h * O_n \rangle$ jest również modelem tej teorii. Teoria T dopuszcza

zatem wiele równoważnych opisów danej sytuacji fizycznej.” Gdy dwa modele powiązane dyfeomorfizmem h traktowane są jako matematycznie odmienne reprezentacje tej samej sytuacji fizycznej, to wówczas należy mówić o równoważności Leibniza: „Modele powiązane transformacją dyfeomorficzną są tym samym modelem” (*ibid.*: 522, tł. D. Luty). Nałożenie tensorów na rozmaitość („przesuwanie” pola metrycznego po rozmaitości M) nie zmienia sytuacji fizycznej: klasa modeli odmiennych matematycznie, ale równoważnych ze względu na odpowiednią grupę przekształceń, odnosi się do tej samej sytuacji fizycznej. Zdaniem Earmana i Nortona, niezależnie od tego, jak dokładnie sformułowana będzie teza substancjalizmu w odniesieniu do OTW, czy też do innej lokalnej teorii czasoprzestrzeni, każda wersja takiej tezy prowadzi do negacji równoważności Leibniza. Wynika to po prostu z faktu, że dla substancjalisty rozmaitościowego jakiegokolwiek przesuwanie pól ze względu na aktywne przekształcenia dyfeomorficzne skutkuje odmienną lokalizacją pól w punktach fizycznie interpretowanej rozmaitości czasoprzestrzennej. Dylemat weryfikacjonisty (Earman, Norton 1987: 522) jest zatem następujący:

Substancjalista rozmaitościowy musi uznać, że dwa różne matematycznie modele opisują dwie różne sytuacje fizyczne, które jednak są obserwacyjnie nieodróżnialne.

**Dylemat
weryfikacjonisty**

albo:

Substancjalista rozmaitościowy musi porzucić swoje stanowisko.

Uzasadnienie przesłanki 2. przedstawionej przeze mnie rekonstrukcji argumentu dziury można z kolei znaleźć w rozważaniach Earmana i Nortona dotyczących tego, co nazywają oni „dylematem indeterministy”. W ramach przedstawiania tego dylematu pojawia się centralna dla całego argumentu „konstrukcja dziury”. Earman i Norton formułują następującą konsekwencję twierdzenia o cechowaniu oraz jego dowód (*ibid.*: 522–523):

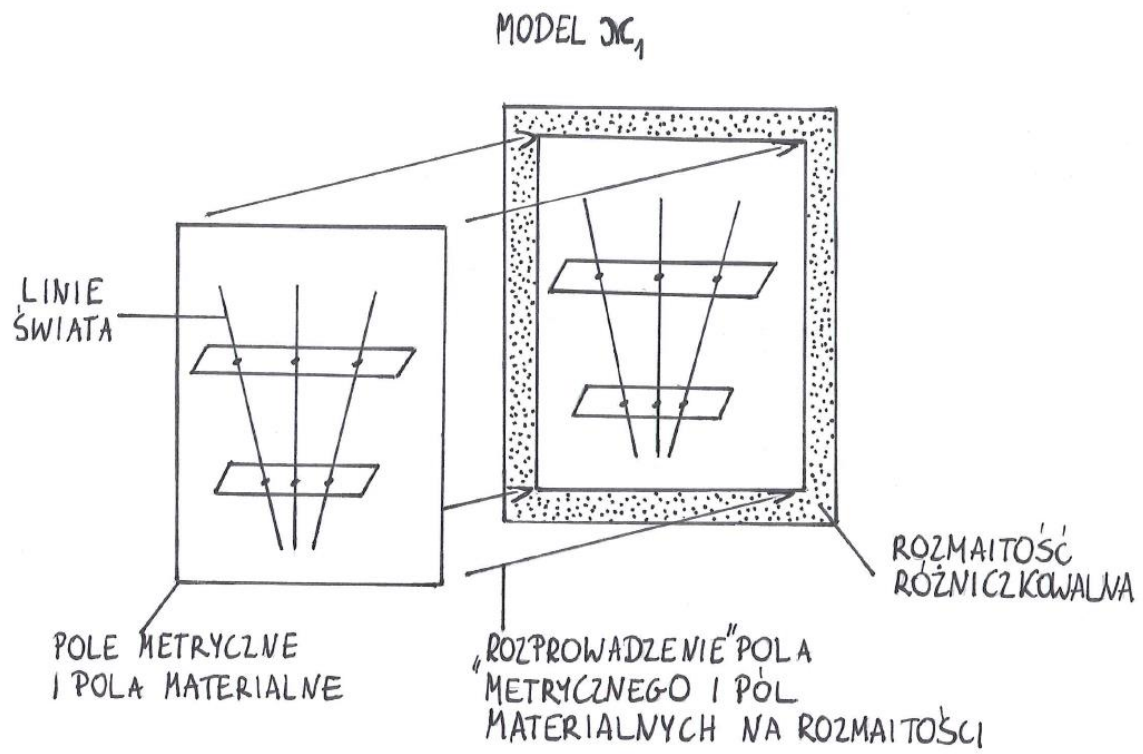
Twierdzenie o Dziurze (hole corollary) Niech \mathcal{M} będzie modelem pewnej lokalnej teorii czasoprzestrzeni z rozmainością M i podprzestrznią H będącą „dziurą” dla pewnego otoczenia w M . Wtedy istnieje dowolnie wiele odmiennych modeli teorii na M , które różnią się od siebie jedynie wewnątrz H .

Niech h będzie „dyfeomorfizmem dziury” (h -dyfeomorfizmem), tj. takim dyfeomorfizmem, który wewnątrz H różni się od dyfeomorfizmu identycznościowego, lecz gładko w niego przechodzi na brzegu H i poza tym obszarem. Wówczas z podanego wyżej twierdzenia o cechowaniu wynika, że przesunięcia w T pod dyfeomorfizmem h również dają model teorii, a ponieważ jest dowolnie wiele dyfeomorfizmów dziury dla H , jest też dowolnie wiele modeli zgodnych z twierdzeniem o cechowaniu (*ibid.*: 523). Oznacza to, że pod h -dyfeomorfizmem, dwa modele \mathcal{M}_1 i \mathcal{M}_2 , zilustrowane w uproszczony sposób na rysunkach 1 i 2, *powinny reprezentować tę samą sytuację fizyczną, jeżeli akceptuje się równoważność Leibniza*. Jeżeli jednak się ją odrzuca, modele te muszą odnosić się do dwóch różnych sytuacji, co jest niezgodne z ogólną współmienniczością, o ile nie interpretuje się jej (tzn. współmienniczości) czysto fenomenologicznie. Można teraz rozpatrzeć konstrukcję dziury w następujący sposób. Earman i Norton proponują przyjęcie najprostszej postaci determinizmu – determinizmu laplasowskiego. Ma to służyć sprawdzeniu, czy nawet w najbardziej sprzyjających dla determinizmu warunkach, tj. gdy rozpatruje się czasoprzestrzenie globalnie hiperboliczne z dobrze określonymi danymi Cauchy’ego, substancjalizm rozmainościowy prowadzi do indeterministycznych wniosków o lokalnych teoriach czasoprzestrzeni. Earman i Norton nie przywołują *explicite* wykorzystywanej przez siebie definicji determinizmu, ale na podstawie ich rozważań wydaje się naturalne, że definicja ta w tym kontekście powinna mieć następującą postać⁵⁵:

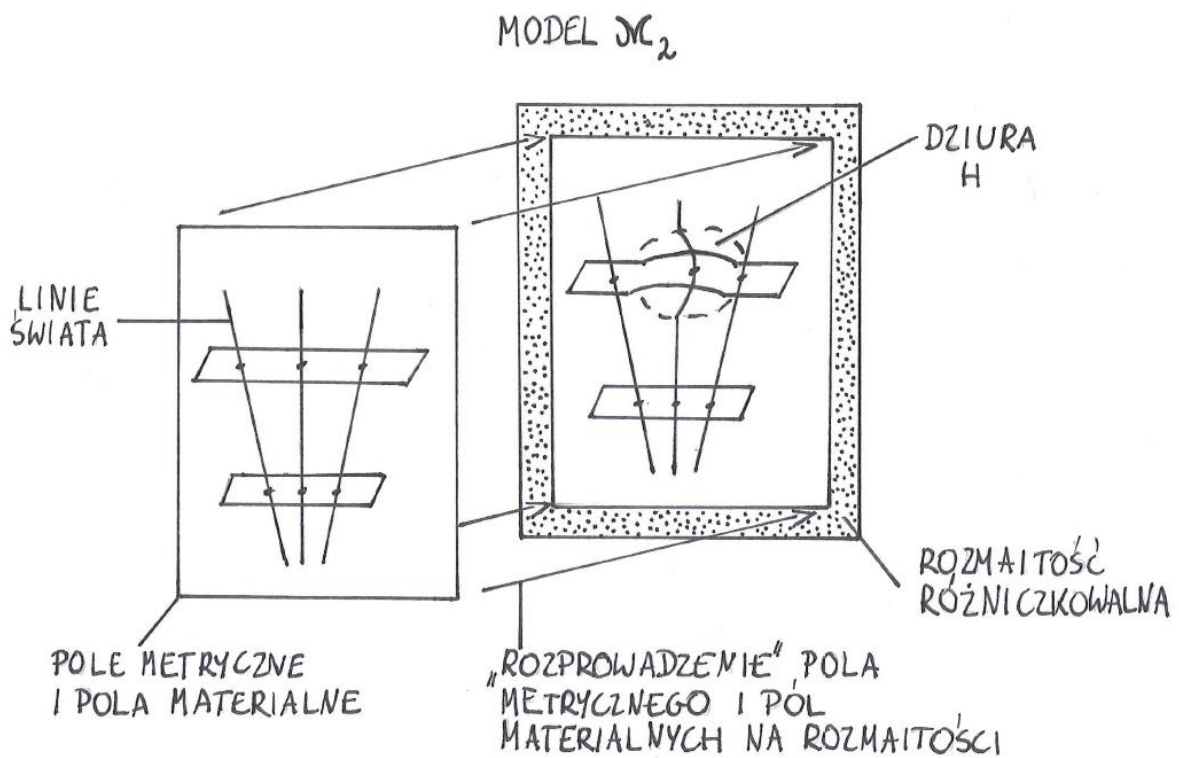
**Determinizm
Laplasowski**

Teoria T jest deterministyczna w sensie Laplace’a wtedy i tylko wtedy, gdy dla dowolnych modeli $\langle M, O_1, O_2, \dots, O_n \rangle$ i $\langle M, O'_1, O'_2, \dots, O'_n \rangle$ tej teorii i dowolnego dyfeomorfizmu (aktywnego) $d: M \rightarrow M'$, jeżeli $d * O_i|_{\Psi * t \leq 0} = O'_i|_{d * t \leq 0}$ zachodzi dla wszystkich i , to $d * O_i = O'_i$ dla wszystkich i na całej rozmainości M (Gołosz 2001: 74, zmodyf.).

⁵⁵ Za Gołoszem przyjmuję jedną z dwóch równoważnych wersji definicji determinizmu laplasowskiego, w której można zastosować foliację czasoprzestrzeni z globalnymi hiperpowierzchniami. Alternatywna definicja determinizmu omawianego typu pozwala na uwzględnienie relacji między obszarami czasoprzestrzeni w dwóch modelach powiązanych odpowiednią transformacją dyfeomorficzną (zob. Gołosz 2001: 71).



Rys. 1. Model \mathcal{M}_1



Rys. 2. Model \mathcal{M}_2

Innymi słowy, działanie dyfeomorfizmu d na dyfeomorficznie równoważnych modelach rozważane jest ze względu na to, że wartości obiektów O_i i O'_i są, w świetle powyższej definicji⁵⁶, identyczne na cięciach czasowych rozpatrywanej czasoprzestrzeni względem dowolnie obranego cięcia $t = 0$. W rezultacie, deterministyczne w sensie laplasowskim i dyfeomorficznie zgodne modele nie powinny się różnić co do wartości przyjmowanych przez O_i i O'_i . Dokładniej można to przedstawić następująco. Niech czasoprzestrzeń będzie globalnie hiperboliczna, tzn. niech dana czasoprzestrzeń będzie miała foliację taką, że istnieje globalny podział na przestrzennopodobne hiperpowierzchnie, i niech będzie spełniony warunek stabilnej przyczynowości. Warunek ten jest spełniony na rozmaitości M , jeżeli metryka g ma takie otoczenie otwarte w ramach topologii otwartej z klasami C^0 bądź C^k funkcji różniczkowalnych, że nie istnieją dla tego otoczenia zamknięte krzywe czasopodobne. Z tego możliwe jest wyprowadzenie monotonicznie rosnącej funkcji dającej się zinterpretować jako czas kosmiczny dla globalnie hiperbolicznej czasoprzestrzeni (Hawking, Ellis 1973: 198; Wald 1984: 198).

Wprowadźmy teraz wymóg spełnienia determinizmu laplasowskiego. Wtedy, dla arbitralnie wybranej hiperpowierzchni $t = 0$, zbiór wartości parametrów fizycznych (dane Cauchy'ego) opisujących sytuację fizyczną w modelu W_1 na pewnej hiperpowierzchni $t \leq 0$ powinien jednoznacznie wyznaczać przyszły stan ten sytuacji na dowolnej hiperpowierzchni $t > 0$. Rozpatrzmy inny model W_2 . Niech modele W_1 i W_2 będą modelami h -dyfeomorficznymi. Niech w modelu W_2 na pewnej hiperpowierzchni $t_n > 0$ umieszczona zostanie dziura H . Przy uznaniu substancjalizmu rozmaitościowego, prowadzącego do negacji równoważności Leibniza, należy stwierdzić, że h -dyfeomorficzne modele W_1 i W_2 są zgodne w opisie sytuacji fizycznej do $t = 0$, lecz dla $t_n > 0$ są już niezgodne. Przy uznaniu równoważności Leibniza, H nie czyniłaby różnicy w opisach, bowiem obserwowalne relacje metryczne pozostałyby niezmiennicze. Negacja równoważności Leibniza prowadzi jednak do stwierdzenia, że wyczerpująca specyfikacja sytuacji fizycznej na $t \leq 0$ nie pozwala na

⁵⁶ Należy odnotować, że możliwych jest wiele definicji determinizmu, które może zaakceptować substancjalista. Chociaż determinizm laplasowski jest prostą postacią determinizmu i jego założenie w kontekście celów Earmana i Nortona jest zasadne, to trzeba podkreślić, że odnośna definicja nakłada dość mocne ograniczenia na analizowane modele czasoprzestrzeni. Próbę wprowadzenia definicji determinizmu akceptowalnej dla substancjalisty, ale słabszej i w rezultacie nie dającej konkluzji indeterministycznych, zaproponował Jeremy Butterfield (1989). Definicję determinizmu laplasowskiego w równoważnej postaci do tej przytoczonej wyżej przeze mnie oznaczył on jako **Dm1**; swoją własną definicję oznaczył natomiast jako **Dm2**. Propozycję Butterfielda omawiam w podrozdziale 5.1.2.

jednoznaczny specyfikację sytuacji fizycznej na $t_n > 0$; trzeba w tym kontekście uznać, że obszar H stanowi rzeczywistą zmianę w sytuacji fizycznej. Stąd płynnie konkluzja, że substancjalista różnorodnościowy musi uznać OTW za teorię indeterministyczną. Analogiczne rozumowanie można przeprowadzić, jak sądzą Earman i Norton, dla innych lokalnych teorii czasoprzestrzeni, dlatego substancjalista różnorodnościowy musi stanąć przed następnym dylematem, którego sformułowanie wiąże się z przesłanką 3. mojej rekonstrukcji argumentu dziury:

Substancjalista różnorodnościowy musi uznać indeterminizm lokalnych teorii czasoprzestrzeni.

Dylemat

indeterministy

albo:

Substancjalista różnorodnościowy musi odrzucić swoje stanowisko.

Przesłanka 3. w mojej rekonstrukcji jest niczym innym jak uzyskanym poprzez sylogizm hipotetyczny wnioskiem z przesłanek 1. i 2.

W odniesieniu do przesłanki 4. jako uzasadnienie można wskazać wniosek sformułowany przez Earmana i Nortona:

Jest wiele sposobów, na jakie determinizm może się załamać (...). Idzie nam jednak o coś takiego: jeżeli metafizyka zmuszająca wszystkie nasze teorie, aby były deterministyczne, jest niedopuszczalna, to również niedopuszczalna jest metafizyka, która automatycznie przesądza o indeterminizmie [teorii]. Determinizm może zawieść, lecz jeśli tak, to powinno to mieć miejsce z powodów fizycznych. Nie wtedy natomiast, gdy decydujemy się na uznanie substancjalnych własności [czasoprzestrzeni], które mogą być wyrugowane bez naruszenia empirycznych konsekwencji teorii (1987: 524, tł. D.Luty).

Determinizm w OTW nie jest koniecznie prawdziwy, by wspomnieć chociażby zagadnienie dobrego postawienia problemu Cauchy'ego dla OTW (Hawking, Ellis 1973: 226). Jeżeli jednak określona interpretacja metafizyczna, w której neguje się ważny aspekt formalny interpretowanej teorii, prowadzi do złamania postaci determinizmu laplasowskiego w najbardziej korzystnie dla tego determinizmu dobranych warunkach (związanych z założeniem globalnej hiperboliczności ze stabilną przyczynowością), to nie należy raczej stwierdzać, że teoria jest indeterministyczna, lecz, że stanowisko, w którym prezentuje się daną

interpretację, jest trudne do obrony. W mojej rekonstrukcji, fałszywość substancjalizmu różniczkowalnego jest właśnie stwierdzona we wniosku i uzyskana przez *modus tollens* z przesłanek 3. i 4.

Skoro substancjalizm różniczkowalny wydaje się fałszywy, to fałszywe będą również przekonania, zgodnie z którymi punkty różniczkowalności reprezentują realne, fizyczne punkty czasoprzestrzeni, będące dobrze określonymi fizycznymi indywiduami. W związku z tym wydaje się też, że manewr Poincarégo w odniesieniu do powyższej interpretacji punktów można zastosować w dość naturalny sposób. Uważam, że nie można twierdzić, aby kryterium praktyki badawczej fizyków teoretyków było *w pełni* spełnione w omawianym przypadku. Z jednej strony, obraz partykularystyczny w niniejszym kontekście nie jest oczywiście błędny, jeśli uwzględnimy stosowany przez badaczy formalizm tensorowy, w którym istotnie różniczkowalność wydaje się mieć pewne formalne pierwszeństwo. Z drugiej strony, w odnośnej praktyce równoważność Leibniza akceptowana jest w OTW automatycznie. Najtrafniejsze wydaje się wobec tego stwierdzenie, że w odniesieniu do obrazu indywidualistycznego punktów różniczkowalności samo kryterium praktyki badawczej jest częściowo spełnione i dlatego nie można mówić o jego pełnej nieadekwatności. Natomiast w przypadku kryterium wewnątrzteoretycznej spójności, tego typu wątpliwości, w moim przekonaniu, już się nie pojawiają. Sytuacja, w której punkty różniczkowalności zinterpretowane jako realne indywidua fizyczne wymuszają indeterminizm OTW, który *per se* nie wystąpiłby bez przyjęcia tej interpretacji i bez jakichkolwiek modyfikacji formalizmu czy zasad odnośnej teorii, przemawia na rzecz eliminacji z ontologii czasoprzestrzeni (opisywanej w ramach OTW) punktów różniczkowalności, o ile miałyby być *fizycznymi, dobrze określonymi indywiduami*.

4.4. Podsumowanie rozdziału

Substancjalizm różniczkowalny i związany z nim pogląd, że punkty różniczkowalności czasoprzestrzennej są fizycznymi indywiduami, jest dobrze umotywowany przynajmniej tym, że stanowi „kontynuację” substancjalizmu w odniesieniu do klasycznego czasu i przestrzeni, czyli poglądu, który w określonym czasie rozwoju fizyki był adekwatny czy niekontrowersyjny w odniesieniu do teorii mechaniki Newtona. Argument dziury ukazał jednak wyraźnie, jak bardzo substancjalne rozumienie *różniczkowalności* oraz traktowanie jej punktów jako fizycznych indywiduów jest problematyczne. Tym samym za pomocą tego argumentu umożliwiono kilka dalszych dróg rozwoju sporu o status ontologiczny czasoprzestrzeni. Po

pierwsze, podjęto próby sformułowania nowych, adekwatnych wersji relacjonizmów. Po drugie, sformułowano nowe sposoby rozumienia czasoprzestrzeni jako substancji, co naturalnie związane jest z istotnymi reinterpretacjami w metafizycznym ujmowaniu punktów czasoprzestrzennych. W obu przypadkach nie udało się jednak zrealizować zamierzonych celów. W rozdziale następnym omówię reakcje na argument dziury oraz opiszę problemy z nimi związane. Będę sugerował, że rozwiązanie tych problemów nie prowadzi do uznania sporu za nonsensowny bądź do przyjęcia postawy antyrealistycznej, lecz raczej do akceptacji określonej wersji strukturalizmu czasoprzestrzennego.

Rozdział 5

Status ontologiczny czasoprzestrzeni w świetle argumentu dziury

W niniejszym rozdziale omówię dwie grupy stanowisk sformułowanych w reakcji na argument dziury: substancjalistycznych i relacjonistycznych. Moim celem jest wskazanie zarówno zalet, jak i wad tychże propozycji interpretowania fizyki czasoprzestrzeni. Niewątpliwie bowiem dyskusje wokół samego argumentu dziury i jego konsekwencji bardzo wysubtelniły spór o status ontologiczny czasoprzestrzeni. Główna teza rozdziału 5 jest taka, że niektóre aspekty stanowisk po *obu* stronach debaty są trafne i powinny, w moim przekonaniu, współtworzyć poprawną interpretację czasoprzestrzeni opisywanej przez OTW, choć żaden z poglądów wzięty całościowo nie da się utrzymać ze względu na dalsze poważne problemy, które, jak sądzę, można rozwiązać w ramach proponowanej przeze mnie wersji OSR (podrozdz. 7.4).

5.1. Modalistyczna strategia odpowiedzi na argument dziury

Istnieje po stronie zwolenników substancjalizmu kilka strategii odpowiadania na argument dziury. W pierwszej z nich, którą chcę omówić, zachowuje się przynajmniej w jakiejś postaci *quasi*-absolutny status M i w rezultacie broni się statusu punktów czasoprzestrzeni *jako* *indywiduów*, co ujęte jest jednak inaczej niż w substancjalizmie różnicowościowym. Strategię tę nazywa się czasami strategią modalistyczną (Rickles 2007: 98; Belot, Earman 2001).

5.1.1. Esencjalizm metryczny

Pierwsza wersja strategii modalistycznej zrealizowana została w ramach stanowiska esencjalizmu metrycznego zaproponowanego przez Tima Maudlina. W kontekście mojej rekonstrukcji argumentu dziury można stwierdzić, że Maudlin bezpośrednio podważa

przesłankę 2 argumentu, zgodnie z którą negacja równoważności Leibniza prowadzi do indeterminizmu OTW. Czyni to modyfikując tezę substancjalizmu i nakładając ograniczenia na to, jak powinna być rozumiana równoważność Leibniza, co związane jest już z przesłanką 1. Stanowisko substancjalistyczne Maudlina (1988: 87; 1990: 345) można ogólnie przedstawić następująco:

Esencjalizm metryczny Czasoprzestrzeń reprezentowana jest przez rozmaitość M oraz przez pole metryczne g , gdzie g reprezentuje własności esencjalne punktów M .

Maudlin upatruje źródło problemów substancjalisty z determinizmem i inflacjonizmem modalnym w przyjęciu esencjalności samych jedynie własności topologicznych i różniczkowych. W jego przekonaniu dopuszczenie własności metrycznych do zbioru własności esencjalnych daje taki rezultat, że dyfeomorfizm dziury, przesuwały własności metryczne między punktami, nie generuje reprezentacji fizycznie możliwego świata. Oznaczałoby to bowiem zmianę własności esencjalnych, co stanowi dla esencjalisty metafizyczny absurd (Maudlin 1988: 86). W rezultacie, dla Maudlina tylko jeden z modeli w klasie modeli równoważnych pod dyfeomorfizmem dziury reprezentuje rzeczywisty i aktualny świat (Rickles 2007: 99). Pozostałe modele, utworzone przez to przekształcenie dyfeomorficzne, są rezultatem szczególnej operacji matematycznej, nie niosącej ze sobą nowej możliwości fizycznej i metafizycznej⁵⁷. Tylko modele izometryczne z modelem, o którym stwierdzono, że reprezentuje aktualny świat, również reprezentują taki świat. Maudlin w tym kontekście bazuje na odróżnieniu ontologii matematycznej od ontologii fizycznej – sama rozmaitość różniczkowalna jest jedynie konstruktem matematycznym i nie posiada własności pozwalających reprezentować byt fizyczny, jakim ma być czasoprzestrzeń.

Przyjmując, że jeżeli utworzony został model adekwatnie reprezentujący aktualny świat i w tym modelu punktom czasoprzestrzeni przyporządkowano określone własności metryczne, tj. dwa punkty nazwane w odnośnym modelu p i q znajdują się w określonej relacji metrycznej, np. oddzielenia czasopodobnego. Wówczas, jeżeli utworzony poprzez dyfeomorfizm dziury drugi model będzie reprezentował relacje czasoprzestrzenne określone na innych punktach, wtedy nie można twierdzić, że reprezentuje on te same, aktualne, punkty. A zatem reprezentuje on świat niemożliwy zarówno metafizycznie, jak i fizycznie, co jest w zgodzie z założeniem o tym, że wyjściowy model adekwatnie reprezentuje faktyczny świat (Maudlin 2012: 150–151).

⁵⁷ Maudlin powołuje się na semantykę modalną Kripkego (Maudlin 2012: 150).

Właśnie w tym sensie Maudlin odrzuca modele uzyskane poprzez operację dyfeomorfizmu dziury jako te same rozwiązania równań pola. W rezultacie dopuszczalne dyfeomorfizmy to jedynie izomorfizmy izometryczne na całą M (zob. Maudlin 1990: 553).

Idzie za tym, zdaniem Maudlina, nieproblematiczność zagadnienia determinizmu. Model uzyskany poprzez dyfeomorfizm dziury nie reprezentuje bowiem tych samych punktów, skoro zmienione zostały własności metryczne. Rozpatrywanie dla ewolucji jednej i tej samej sytuacji fizycznej dwóch modeli powiązanych dyfeomorfizmem dziury jest zatem nieadekwatne, ponieważ zmiana metryki oznacza rozpatrywanie zmiany własności esencjalnych, a zatem niemożliwości fizycznej (Maudlin 1988: 87). Maudlin przedstawił argumentację na rzecz esencjalności własności metrycznych odnosząc się do przesłanki 1 argumentu dziury i występującej w niej decyzji interpretacyjnej, w której wyłącznie M reprezentuje czasoprzestrzeń, Maudlin sądzi, że nie ma dobrych podstaw do wyboru M jako reprezentacji czasoprzestrzeni, ponieważ M nie posiada tych aspektów, które są „paradygmatycznie czasoprzestrzenne” (Maudlin 1988: 87). W kontekście M bowiem „struktura stożkowa nie jest zdefiniowana; przeszłość i przyszłość nie mogą zostać odróżnione; nie istnieją relacje odległości” (*ibid.*) i dlatego „czasoprzestrzenna struktura to struktura metryczna i substancjalista zdecydowanie będzie naciskał, aby czasoprzestrzeń miała strukturę czasoprzestrzenną” (*ibid.*). Dla Maudlina wybór M jako reprezentacji czasoprzestrzeni jest nieprawomocny, ponieważ ta struktura matematyczna jest zbyt uboga, aby uwzględnić esencjalne czasoprzestrzenne własności fizyczne, tj. własności metryczne.

Klasyfikacja własności metrycznych czasoprzestrzeni jako własności esencjalnych sprawia, iż Maudlin musi odnieść się do poglądu przedstawionego przez Earmana, zgodnie z którym pole metryczne należy traktować jako reprezentujące pole fizyczne o tym samym statusie ontologicznym co zwykle pola materialne, takie jak np. pole elektromagnetyczne. W przypadku charakterystyki substancjalizmu różnicowości próba możliwie najbardziej wiernego odtworzenia klasycznej metafory pojemnika oznaczała dla Earmana, że skoro pole metryczne może mieć energię-pęd, to należy je traktować jako materialną „zawartość” czasoprzestrzeni. W związku z tym pole metryczne należałoby metafizycznie interpretować jako coś kontyngentnego, własność przypadkową, tj. jako coś nieesencjalnego. Maudlin próbuje odrzucić ten pogląd w kilku krokach, polegających na odparciu możliwych zarzutów wobec jego ujęcia statusu pola metrycznego.

W przypadku zarzutu dotyczącego bezpośrednio nieesencjalności metryki dla punktów czasoprzestrzeni, co wynikać ma z podobieństwa pola metrycznego do pól materialnych, Maudlin twierdzi, że jest tu popełniony błąd *non sequitur* – to podobieństwo jest dla Maudlina

racją raczej do uznawania czasoprzestrzeni za istniejącą i działającą substancję. Drugi zarzut dotyczy wskazania racji, które powinny stać za wyborem właśnie tensora metrycznego do reprezentowania esencjalnych własności czasoprzestrzeni. Jeżeli bowiem substancjalista zaakceptuje, iż pole metryczne reprezentuje jedno z wielu pól materialnych, to dlaczego uznać, że jedynie tensor metryczny reprezentuje własności esencjalne? Jeżeli substancjalista uznałby, że wszystkie pola fizyczne są esencjalne dla czasoprzestrzeni, to substancjalizm staje się stanowiskiem trywialnym, twierdzi się w nim bowiem tylko tyle, że Wszechświat jest substancją (Maudlin 1990: 547). Maudlin odpowiada na ten zarzut powołując się na podwójną rolę tensora metrycznego, polegającą na tym że – w jego ujęciu – pole metryczne nie tylko reprezentuje pewien byt posiadający własności fizyczne, takie jak spełnianie zasad zachowania, ale także posiada określone własności geometryczne pozwalające lokalnie określać „paradygmatycznie czasoprzestrzenne” własności oddzielenia czasoprzestrzennopodobnego. W tym kontekście Maudlin przywołuje na poparcie swoich poglądów następujące stwierdzenie Hawkinga i Ellisa (1973: 227): „Wyróżniającym aspektem pola grawitacyjnego jest to, że wchodzi ono w interakcję z samym sobą: jest ono nieliniowe nawet przy braku innych pól. Dzieje się tak dlatego, że [pole grawitacyjne] definiuje czasoprzestrzeń, w której się rozchodzi”.

W jaki sposób przyjęcie esencjalizmu metrycznego pozwala rozwiązać problem indeterminizmu? Po pierwsze, Maudlin uważa, że żadna transformacja pod dyfeomorfizmem nie stanowi odpowiednika czy uogólnienia leibnizjańskich przesunięć (Maudlin 2012: 149). Uzasadnienie tego przekonania można zrekonstruować następująco. Przy założeniu, że czasoprzestrzeń jest reprezentowana przez rozmaitość różniczkowalną oraz metrykę, jak chciałby zwolennik esencjalizmu metrycznego, transformacja będąca odpowiednikiem przesunięcia leibnizjańskiego nie mogłaby zmieniać własności metrycznych. Dopuszczalna by była jedynie modyfikacja lokalizacji zwykłych pól fizycznych względem pola metrycznego, to jednakże, jak stwierdza Maudlin, nie jest związane, na ogół, z żadnym rozwiązaniem równań pola Einsteina (Maudlin 1990: 552). Zwolennik substancjalizmu w wersji esencjalizmu metrycznego zgodzi się zatem w kontekście fizyki przedrelatywistycznej, że leibnizjańskie przesunięcia generują odmienne sytuacje fizyczne – esencjalne własności metryczne nie są bowiem zmieniane. Jednakże niekoniecznie musi on uznawać, że podobna sytuacja zachodzi w OTW. Dlatego jedynie modele izometryczne reprezentują dla esencjalisty tę samą czasoprzestrzeń a, co za tym idzie, modele powiązane dyfeomorfizmem dziury nie reprezentują tej samej czasoprzestrzeni, skoro doszło do odmiennego określenia własności metrycznych punktów rozmaitości czasoprzestrzennej.

Po drugie, w świetle przedstawionych ustaleń, Maudlin zmuszony jest zanegować równoważność Leibniza w kontekście modeli powiązanych dyfeomorfizmem dziury. Maudlin uznaje, że dyfeomorfizmy zmieniające metrykę na punktach rozmaitości nie generują tego samego modelu. Pozwala to odrzucić implikacje indeterministyczne, ponieważ skoro dwa modele różnią się metrycznie w pewnym t_n mimo identyczności w t_0, t_1, \dots, t_{n-1} , to znaczy, że od początku były to modele reprezentujące różne światy. To rozwiązanie problemu indeterminizmu w połączeniu z przekonaniem, że tylko jeden model i modele z nim izometryczne reprezentują aktualny świat, prowadzi do poglądu, że modele uzyskane poprzez zmieniającą metrykę dyfeomorfizmy nie mogą reprezentować fizycznie możliwego świata. W rezultacie esencjalista metryczny zmuszony jest do realistycznego nastawienia jedynie wobec pewnego podzbioru rozwiązań równań pola. Niesie to ze sobą jednak poważne osłabienie determinizmu, ponieważ w świetle esencjalistycznej odpowiedzi na argument dziury można stwierdzić, że dowolny model niezgodny z modelem mającym reprezentować aktualny świat, stanowi jedynie reprezentację fizycznej niemożliwości (Earman 1989: 202).

Oceniając stanowisko esencjalizmu metrycznego Maudlina należy stwierdzić, że jest ono problematyczne z kilku względów. Norton (1988: 60) twierdzi, że substancjalizmy, w których proponuje się uwzględnienie rozmaitości oraz jakiejś dodatkowej struktury („*manifold plus further structure*”), również prowadzą do problemów z indeterminizmem w sytuacji, w której dany model czasoprzestrzeni dopuszcza odpowiednie symetrie. Esencjalista metryczny powinien uznać, że podzbiór własności esencjalnych punktów czasoprzestrzeni jest zachowywany pod symetrią metryki $f: g = g^*$ (zob. Gołosz 2001: 94). Przy założeniu, że transformacja ta jest nietrywialna i utworzony z metryki tensor krzywizny zeruje się wszędzie, np. w przypadku metryki Robertsona–Walkera, to okazywałoby się, że celem rozróżnienia dwóch symetrycznych czasoprzestrzeni, dla których stosuje się f , trzeba odwołać się do jakichś własności nieobserwowalnych⁵⁸. W takiej sytuacji możliwe jest stworzenie konstrukcji dziury również dla substancjalizmu wzbogaconego o uznawanie własności metrycznych za esencjalne⁵⁹ (Norton 1988: 62). Maudlin przyznaje, że utworzone w tym kontekście modele byłyby dla esencjalisty metrycznego modelami różnymi, lecz nieodróżnialnymi. Utrzymuje on jednak, że nadal są to po prostu dwa różne, nieporównywalne

⁵⁸ Chociażby po to, aby nadal dysponować dystynkcją na czasoprzestrzeń fizycznie możliwą i niemożliwą.

⁵⁹ Przedstawiony tutaj argument jest moją interpretacją zarzutu Nortona: sam Norton nie uwzględnia czasoprzestrzeni kosmologicznych respektujących zasadę kosmologiczną, tj. stwierdzającą jednorodność i izotropowość Wszechświata.

ze sobą rozwiązania równań pola Einsteina. Dokładniej, Maudlin rozumie przez to sytuację, w której dwa symetryczne rozwiązania równań pola mogą być nieizometryczne – dane Cauchy’ego określone na hiperpowierzchniach takich czasoprzestrzeni mogą być zupełnie różne (Maudlin 1990: 553). Maudlin niestety nie rozwija tej odpowiedzi, przez co jest ona raczej niesatysfakcjonująca.

Kolejny zarzut dotyczy tego, że esencjalista metryczny nie jest w stanie poradzić sobie z konsekwencjami istnienia modeli nieizometrycznych z modelem (przypuszczalnie) reprezentującym aktualny świat. W odpowiedzi na poprzedni zarzut, Maudlin odniósł się do modeli nieizometrycznych chcąc odrzucić pogląd, że w przypadku esencjalizmu metrycznego można powtórzyć argument dziury. Niezależnie jednak od tego, istnienie modeli nieizometrycznych w przestrzeni rozwiązań równań pola Einsteina niesie ze sobą następujące problemy. Jak zauważa Butterfield, przynajmniej z zasady esencjalista metryczny powinien móc zapisać teorię czasoprzestrzeni poprawną z perspektywy swojego stanowiska jako teorię dopuszczającą zbiór tylko takich modeli, spośród których jeden reprezentuje właściwie rzeczywistą czasoprzestrzeń, pozostałe modele są natomiast modelami izometrycznymi z nim. W rezultacie, w każdym fizycznie możliwym modelu, zdaniem Maudlina, musi znajdować się ta sama rozmaitość i metryka (Butterfield 1989: 19). Jednakże, najlepsza obecnie dostępna teoria czasoprzestrzeni – OTW – dopuszcza modele nieizometryczne do zbioru fizycznie możliwych rozwiązań równań pola. Stąd uzasadnione wydaje się przekonanie, że jeżeli esencjalista metryczny chce odnosić się do rzeczywistej czasoprzestrzeni, przeciwstawia się teorii fizycznej, która najbardziej skutecznie pozwala na jej opisanie.

Odpowiedź Maudlina jest taka, że jeżeli modele nieizometryczne z modelem aktualnej czasoprzestrzeni reprezentują jakąś możliwość, to modele te zawierają punkty, które co najwyżej są odpowiednikami rzeczywistych punktów z naszego aktualnego świata (Maudlin 1988: 89–90; Maudlin 1990: 550). Dokładniej, Maudlin neguje transświatową identyfikację punktów i w rezultacie nigdy nie mogą one *de facto* przynależeć do modelu reprezentującego aktualny i rzeczywisty świat, ani do modeli izometrycznych z tym modelem. Maudlin nie rozwija bardziej tego poglądu, co sprzyja ocenie, że omawiana odpowiedź jest *ad hoc*, albo przynajmniej jest słabo umotywowana – negacja transświatowej identyfikacji punktów nie wymaga założenia esencjalności własności metrycznych. To spostrzeżenie jest podstawą stanowiska, które omawiam w następnym podrozdziale.

Butterfield podkreśla, że negacja transświatowej identyfikacji punktów dotyczy relacji między modelem rzeczywistym a modelami nieizometrycznymi z tym modelem. W związku z tym transświatowa identyfikacja punktów powinna być jednoznacznie spełniona dla modeli

izometrycznych z modelem rzeczywistym. Prowadzi to jednak do relatywizacji własności esencjalnych punktów czasoprzestrzeni do klasy modeli izometrycznych, co wydaje się wątpliwe, ponieważ „sprowadza się to do stwierdzenia, że własności metryczne aktualnych punktów mogą być inne niż są, lecz tylko wtedy gdy punkt jest zanurzony w nieizometrycznej strukturze; zatem punkt może zmienić swoje własności metryczne tylko, jeżeli pozostałe punkty również je radykalnie zmieniają” (Butterfield 1990: 20, tł. D. Luty). Tę uwagę Butterfielda można zanalizować następująco. Po pierwsze, okazywałyby się, że esencjalista metryczny zobowiązany jest do uznawania pewnej formy holizmu: lokalna modyfikacja własności metrycznych wykluczałaby dany model z klasy rzeczywistych, izometrycznych modeli. Esencjalista metryczny zmuszony jest zatem usztywnić strukturę czasoprzestrzeni *via* esencjalne własności metryczne. Po drugie, prowadzi to bezpośrednio do fałszywości niektórych trywialnie prawdziwych zdań z nierzeczywistym okresem warunkowym. Przykładowe zdanie: „Jeśli Słońce byłoby bardziej masywne, wtedy krzywizna czasoprzestrzeni przy Słońcu byłaby odmienna” musi być uznane przez esencjalistę metrycznego za fałszywe, ponieważ uległy zmianie własności metryczne (zob. Earman 1989: 201; Brighouse 1994: 119; Rickles 2007: 101). Wybrnięcie z tego problemu wymuszałoby drobiazgową analizę zdań kontrfaktycznych i wprowadzania kolejnych ograniczeń na relację bycia odpowiednikiem.

Ostatni zarzut, który chciałbym przedstawić, sformułował Bartels (1995). Twierdzi on, że wymienione problemy esencjalizmu metrycznego są rezultatem nie samej koncepcji esencjalizmu, lecz niewłaściwego jej zastosowania. Bartels uważa, że błąd Maudlina polega na przyjęciu, że aktualnemu światu przyporządkowana jest jedna adekwatna reprezentacja, tj. aktualna i rzeczywista czasoprzestrzeń reprezentowana jest *tylko* przez jeden model i modele izometryczne z nim. Bartels zauważa jednak, że Maudlin odnosząc się do punktów czasoprzestrzeni, które zyskując inne własności metryczne generują odmienne, niemożliwe światy fizyczne, postępuje wbrew idei esencjalizmu metrycznego. Jeżeli bowiem punkty czasoprzestrzenne mają być określone ze względu na własności metryczne, to dowolna reprezentacja zachowująca te własności *nie powinna* reprezentować niemożliwości fizycznej. Maudlin tymczasem wymusza relację reprezentacji jeden-do-jednego analizując sytuację, w której punkty mogą zyskiwać i tracić metryczne własności esencjalne (*ibid.*: 35).

Właściwa strategia esencjalistyczna powinna zatem, w ujęciu Bartelsa, bazować na relacji wielu-do-jeden między reprezentacją a światem zamiast na relacji jeden-do-jednego. W ten sposób można pozbyć się zarzutu, że esencjalista metryczny arbitralnie wydaje werdykt dotyczący tego, które rozwiązania równań pola są fizycznie możliwe, a które nie.

W esencjalizmie metrycznym Bartelsa zatem dopuszczalna jest akceptacja równoważności Leibniza, pod warunkiem, że własności metryczne traktowane są jako własności esencjalne rzeczywiście istniejących punktów czasoprzestrzeni i nie można w związku z tym twierdzić, że czasoprzestrzeń redukuje się do reprezentacji w formie klasy równoważnych modeli, jak chciałby relacjonista uznający idealny status relacji czasoprzestrzennych (zob. Gołosz 2001: 94). Między innymi dzięki takiemu podejściu można

zapropozować taką koncepcję relacji między *modelami* OTW a *możliwymi światami*, zgodnie z którą punkty czasoprzestrzeni mogą przetrwać jako byty bez niszczenia determinizmu. Właściwie, ich metryczne istoty pozwalają na zdefiniowanie *kryterium* wskazującego, *które modele* reprezentują możliwe światy i które z nich reprezentują *ten sam możliwy świat*. (...) Ponieważ możliwe światy są ustalane względem wybranego aktualnego świata, stwierdzenie, że model reprezentuje możliwy świat jest zawsze zrelatywizowane do jakiegoś ograniczenia. W rezultacie pewien szczególny model również liczy się jako reprezentacja aktualnego świata (Bartels 1995: 39, tł. D. Luty).

Źródłem problemu w esencjalizmie metrycznym Maudlina z przyjęciem relacji jedno-jednego między reprezentacją a światem (czasoprzestrzenią) wydaje się być akceptacja tego, że fakty metryczne można traktować jako fakty jednostkowe, tj. można je stwierdzać o poszczególnych punktach. Skoro tak, to własności metryczne, jako własności esencjalne, muszą być własnościami wewnętrznymi i stąd jakakolwiek ich zmiana jest metafizycznym absurdem. Jest to jednakże głęboko problematyczne – własności metryczne zawsze są własnościami zewnętrznymi. Bartels sugeruje, że Maudlin potraktował własności metryczne jako indywidualne istoty, natomiast w przypadku punktów czasoprzestrzeni własności esencjalne należy rozumieć jako istoty rodzajowe, tzn. takie własności, które obiekt posiada z powodu egzemplifikowania pewnego rodzaju naturalnego (*ibid.*: 29). Własności metryczne tak rozumianych punktów czasoprzestrzeni pozwalają odróżniać punkty od siebie, np. *via* własności punktów stwierdzane dzięki znajomości wartości składowych tensora krzywizny w tymże punkcie, lecz *nie wyznaczają ich ścisłej tożsamości* w tym sensie, że charakterystyka punktów czasoprzestrzeni w OTW *musi* uwzględniać przygodne własności, zależne od danego rozwiązania równań pola. W rezultacie „możliwy świat, według metrycznego esencjalizmu, jest światem z taką własnością, że jeżeli określony punkt czasoprzestrzeni z aktualnego świata występuje w ogóle w tym świecie, to występuje on [w tym świecie możliwym] z takimi samymi własnościami metrycznymi, co w świecie aktualnym” (*ibid.*: 39, tł. D. Luty).

Jest zatem jasne, że decyzja interpretacyjna Maudlina, zgodnie z którą jeden model reprezentuje świat, a modele nieizometryczne z tym modelem nie reprezentują świata

możliwego fizycznie, może być związana z rozumieniem fizycznych punktów jako indywiduów, w pełni określonych jednostkowo poprzez klasyfikację ich własności metrycznych jako własności esencjalnych. Bartels pokazał, dlaczego nie jest to słuszne, natomiast uwikłał się w problem traktowania własności metrycznych jako *zarazem* własności wewnętrznych (rozumianych jako istoty rodzajowe) i własności zewnętrznych (Bartels 1996: 38; zob. Gołosz 2005: 87). Bartels pragnął zachować koncepcję eksplanacyjnej wartości istot rodzajowych (Putnam 1975), jednakże jeżeli do charakterystyki obiektów potrzebne są własności metryczne, które traktowane są jako własności *zarazem* wewnętrzne i zewnętrzne, to wydaje się, że rozumienie własności metrycznych jako własności wewnętrznych jest zbędne i interpretacyjnie nadmiarowe. Własności zewnętrzne są eksplanacyjnie wystarczające w kontekście OTW. Oznacza to jednak, że posługiwanie się koncepcją rodzaju naturalnego w odniesieniu do punktów jest utrudnione (zob. rozdz. 7.4). Ontologiczne wyróżnienie własności *zewnętrznych* w postaci własności metrycznych prowadzi do strukturalistycznej wersji esencjalizmu metrycznego, która zostanie omówiona przeze mnie w podrozdziale 6.2.

Wszystkie wymienione powyżej trudności sprawiają, że esencjalizm metryczny jest stanowiskiem trudnym do utrzymania, jednakże można wskazać na jego trafny aspekt. Jest nim wskazanie na podwójną rolę pola metrycznego, za czym idzie podkreślenie, że w ustalaniu statusu ontologicznego czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej niezbędne jest odniesienie właśnie do metryki. Nie musi być to decyzja prowadząca automatycznie do niezgodności z substancjalizmem (lub lepiej: jakimś stanowiskiem nierelacjonistycznym).

5.1.2. Negacja transświatowej identyfikacji punktów

Inną realizacją strategii modalistycznej w odpowiadaniu na argument dziury jest propozycja wspomnianego Jeremy'ego Butterfielda (1989). Podobnie jak Maudlin rozpatruje on relację między reprezentacjami fizycznie możliwych światów w świetle OTW oraz odrzuca niektóre modele jako niereprezentujące rzeczywistego świata, ale, w odróżnieniu od niego, Butterfield akceptuje tezy substancjalizmu różnaitościowego, negując stwierdzenie, że stanowisko to implikuje indeterminizm. Ogólna charakterystyka stanowiska Butterfielda jest następująca:

**Substancjalizm
rozmaitościowy
z negacją
transświatowej**

Czasoprzestrzeń reprezentowana jest przez różnorodność *M*.
Punkty różnorodności są fizycznymi indywiduami. Każdy
model czasoprzestrzeni reprezentuje odrębny świat
możliwy.

identyfikacji punktów

Według Butterfielda substancjalista różnorodnościowy może przyjąć taką definicję determinizmu, która jest zgodna z jego poglądami na status ontologiczny punktów czasoprzestrzeni oraz która nie prowadzi do indeterminizmu, gdy neguje się równoważność Leibniza. Negacja indeterministycznych konsekwencji substancjalizmu różnorodnościowego oznacza podważenie przesłanki 2 argumentu dziury, w zaproponowanej przez mnie rekonstrukcji.

Butterfield zauważa mianowicie, że równoważność Leibniza można negować na dwa sposoby, spośród których, jak sądzi, tylko jeden jednoznacznie prowadzi do indeterminizmu (Butterfield 1988: 74). Earman i Norton uważają, że substancjalista musi uznać, że każdy z modeli utworzonych poprzez dyfeomorfizm dziury musi reprezentować świat fizyczny. Butterfield natomiast sądzi, że substancjalista może zanegować równoważność Leibniza poprzez uznanie, że tylko jeden z dwóch modeli reprezentuje świat. Pod tym względem propozycje Butterfielda i Maudlina są takie same, ale Butterfield w pełni rezygnuje z mówienia o własnościach esencjalnych, które mają być ustalane w kontekście aktualnego świata fizycznego. Inna ważna różnica w poglądach tych dwóch autorów jest taka, że Maudlin korzystał z semantyki modalnej Kripkego, Butterfield natomiast korzysta wyłącznie z semantyki modalnej Lewisa, negując jakąkolwiek transświatową identyfikację punktów czasoprzestrzeni, czego rezultatem jest odrzucenie również identyfikacji punktów znajdujących się w maudlinowskiej klasie modeli izomorficznych.

Bez własności esencjalnych, Butterfield może w pełni bronić swojej wersji substancjalizmu poprzez negację transświatowej identyfikacji punktów: dwa modele z takim samym zestawem punktów różnorodności, powiązane dyfeomorfizmem dziury nie reprezentują tego samego świata, a zatem punkty w jednym i drugim modelu nie mogą być identyczne, tj. punkty „zamieszkują” wyłącznie jeden świat. Odnosi się to również do obszarów czasoprzestrzeni rozumianych jako mereologiczne fuzje punktów oraz do punktów pojętych teoriomnogościowo jako elementów należących do całego zbioru punktów, tj. do całej różnorodności mającej reprezentować czasoprzestrzeń (Butterfield 1989: 22). Relacja między

punktami z dwóch światów jest relacją bycia odpowiednikiem, lecz w odróżnieniu od definiowania tej relacji przez Lewisa jako maksymalnego podobieństwa, Butterfield proponuje rozumienie relacji bycia odpowiednikiem dla punktów jako relacji izomorfizmu między obszarami czasoprzestrzennymi dwóch modeli. Butterfield stwierdza, że w kontekście negacji równoważności Leibniza w wersji takiej, że świat reprezentuje tylko jeden z dwóch modeli, obszary są swoimi odpowiednikami wówczas, gdy istnieje dla nich transformacja dyfeomorficzna (bądź klasa takich transformacji), która sprowadza się do izomorfizmu (Butterfield 1989: 25). Wówczas, dyfeomorfizmy nie są rozumiane jako transformacje generujące dla substancjalisty nowe światy, lecz określają relację porównywania ze sobą obszarów reprezentowanych w ramach dwóch modeli czasoprzestrzeni.

Obszary porównywalne są dla Butterfielda nie ze względu na tożsamości punktów, lecz *jedynie* ze względu na wybrane dyfeomorfizmy. W tym kontekście proponuje on inną definicję determinizmu, oznaczaną jako **Dm2**, kompatybilną z jego ujęciem substancjalizmu różnaitościowego, różną od wcześniej przytoczonej (podrozdz. 5.3.3) definicji determinizmu laplasowskiego (*implicite* przyjętej przez Nortona i Earmana), a przez Butterfielda oznaczanej jako **Dm1**. Definicja Butterfielda jest następująca (1989: 9, tł. D. Luty, zmodyf.):

Dm2 Teoria z modelami o postaci $\langle M, O_i \rangle$ jest S -deterministyczna wtedy i tylko wtedy, gdy dla danych modeli $\langle M, O \rangle$ i $\langle M', O' \rangle$ zawierających, odpowiednio, obszar S i S' w rodzaju S (gdzie S jest rodzajem obszaru pojawiającego się w różnaitościach w rodzaju tych występujących w modelach) oraz dowolny dyfeomorfizm d z S na S' , jeśli $d * (O_i) = O_i'$ przy $d(S) = S'$, to istnieje izomorfizm β z M na M' , który odwzorowuje S na S' , tj. $\beta * (O_i) = O_i'$ zachodzi wszędzie na M' oraz w przypadku $\beta(S) = S'$.

W ujęciu Butterfielda d jest pewnym dyfeomorfizmem lokalnym, a β pewnym dyfeomorfizmem globalnym. Zatem wprowadzenie konstrukcji dziury jest możliwe jedynie, gdybyśmy zechcieli dowolnie rozszerzać zakres d , aż $d = \beta$. Jednakże zachowanie rozróżnienia na d i β gwarantuje, że zawsze możemy traktować lokalny dyfeomorfizm jako dyfeomorfizm dziury, który nie prowadzi do indeterminizmu dla całej różnaitości: dla dowolnego obszaru czasoprzestrzeni można przeprowadzić symetryczne odwzorowanie innego typu niż odwzorowanie na całej M , nawet gdy symetria M sprowadza się do tożsamości (zob. Butterfield 1989: 10; por. Healey 1995: 291). **Dm2** jest słabszą definicją determinizmu niż

Dm1, ponieważ akceptuje się w niej wiele różnych dyfeomorfizmów, co prowadzi do uznania większej liczby przypadków jako zgodnych z determinizmem.

Krytyka propozycji Butterfielda przeprowadzona przez Nortona (1988) i Ricklesa (2007) jest następująca. Norton (1988: 62) uważa, że stanowisko Butterfielda klóci się z praktyką fizyków ze względu na aktywną ogólną współmienniczość cechującą OTW. Norton i Rickles sądzą, że skoro dla Butterfielda *tylko jeden* model reprezentuje świat, to inne modele reprezentują niemożliwość fizyczną. W związku z tym niemożliwe ma być zastosowanie aktywnej ogólnej współmienniczości, zgodnie z którą powiązane dyfeomorfizmem dziury modele reprezentują równoważne możliwości fizyczne⁶⁰. A zatem, dla Nortona, jeżeli pierwszy model reprezentuje możliwość fizyczną, to model uzyskany *via* dyfeomorfizm dziury powinien dla substancjalisty reprezentować możliwość fizyczną, w przeciwnym razie przeczy się aktywnej ogólnej współmienniczości (przynajmniej w ujęciu Earmana i Nortona). Rickles uzupełnia ten zarzut Nortona wskazując, że nie istnieje sposób jakościowego odróżnienia modeli, a zatem wskazania, który z nich mógłby istotnie reprezentować świat (możliwość fizyczną). Światy zatem różniłyby się wyłącznie niejakościowo. To prowadzi do drugiego zarzutu Nortona, w którym stwierdza się tyle, że w kontekście propozycji Butterfielda należałoby wskazać sposób wyróżniania jakiegoś modelu jako reprezentującego możliwy świat, czego w stanowisku Butterfielda nie ma.

Ponadto Rickles formułuje wobec poglądów Butterfielda dodatkowy zarzut odnoszący się do założenia, że tylko jeden model może reprezentować rzeczywisty świat. Sam Rickles uważa bowiem, że dowolny izomorficzny z właściwym modelem model również reprezentuje możliwy fizycznie świat. Przy utrzymywaniu substancjalności punktów czasoprzestrzeni (a w kontekście argumentu dziury oznacza to występowanie tego samego zbioru punktów w każdym z modeli uzyskanych poprzez transformację dyfeomorficzną), pogląd Butterfielda sprowadza się do uznawania, że każdy z modeli reprezentuje świat i modele są wzajemnie nieodróżnialne (w ten sposób substancjalizm Butterfielda ma redukować się do zwykłego substancjalizmu różnicowości). Rickles w oparciu o swój zarzut nieodróżnialności modeli izomorficznych stwierdza, że w stanowisku Butterfielda trzeba założyć pierwotną tożsamość punktów czasoprzestrzennych, jeżeli negacja równoważności Leibniza poprzez wybranie jednego modelu jako reprezentującego świat oraz negacja transświatowej identyfikacji punktów mają być zasadne. Jednakże, odrzucenie pierwotnej tożsamości punktów nie jest konsekwencją koncepcji odpowiedników (Rickles 2008: 105–106), stąd można mówić

⁶⁰ Ten sam zarzut zresztą stosuje się do esencjalizmu metrycznego Maudlina.

o pewnej niespójności stanowiska Butterfielda. Założenie w jakiegokolwiek postaci pierwotnej tożsamości punktów w dowolnej wersji substancjalizmu różnaitościowego generuje zatem problemy dla substancjalisty – albo problem indeterminizmu, albo problem niespójności. W poglądach Butterfielda można znaleźć, jak sądzę, jeszcze inne trudności.

Dopuszczenie wielu dyfeomorfizmów w **Dm2** pozwala wprawdzie uniknąć indeterminizmu związanego z pogwałceniem **Dm1** (gdy definicja ta jest przyjęta przez substancjalistę), ale wiąże się z utratą możliwości jednoznacznego ustalenia, między jakimi punktami zachodzi relacja bycia odpowiednikiem. Butterfield stwierdza bowiem, że „główna różnica między ogólną sytuacją w teorii odpowiedników a przedstawionym tu stanowiskiem jest taka, że nie pojawia się dla nas kwestia niejednoznaczności i zewnętrznego charakteru relacji podobieństwa” (Butterfield 1989: 23). Innymi słowy, porównywanie ze sobą światów możliwych ze względu na wybrany izomorfizm między punktami bądź obszarami różnaitości czasoprzestrzennej powinno jednoznacznie określić relację bycia odpowiednikiem. Ponieważ porównywanie zachodzi jedynie ze względu na izomorfizm, żaden odpowiednik z możliwego świata nie jest uprzywilejowany⁶¹. To jednakże generuje problem, który sam Butterfield opisuje następująco:

Czy możemy zdefiniować relację bycia odpowiednikiem, która nie jest zrelatywizowana do dyfeomorfizmu bądź klasy dyfeomorfizmów? Myślę, że nie – potrzebny jest sposób porównywania [punktów i obszarów – *dop. D. L.*], a to wymaga dyfeomorfizmu. Czasami jednak istnieje naturalna klasa, którą intuicyjnie się ignoruje. Oczywistym przypadkiem jest klasa wszystkich izomorfizmów między światami: stwierdzenie, że punkt jest odpowiednikiem wszystkich swoich przeciwobrazów pod różnymi izomorfizmami, jest czymś naturalnym. To spostrzeżenie odnosi się również do obszarów. Prowadzi to do ostatejnej kwestii: przewagi teorii odpowiedników, niezależnie od zagadnienia determinizmu. Związane jest to ze spostrzeżeniem, że świat może zawierać więcej niż jeden odpowiedników danego obiektu (...). Zatem korzystając z klasy wszystkich izomorfizmów, odpowiednio jednorodny świat będzie, zasadniczo, zawierał wiele punktów, które są odpowiednikami danego punktu w innym świecie; podobnie w przypadku obszarów. W skrajnych przypadkach, istnieją pary światów takie, że każdy punkt w jednym świecie jest odpowiednikiem każdego punktu w świecie drugim. Przykładem może tu być para światów pustych o stałej

⁶¹ W kontekście stanowiska Butterfielda związane jest to również z odrzuceniem Lewisowskiej koncepcji doskonale naturalnych własności i relacji, które w kontekście filozofii Lewisa stabilizują relacje między obiektem a jego odpowiednikiem bądź duplikatem. Butterfield zauważa, że doskonale naturalne własności i relacje są przez Lewisa traktowane niezależnie od teorii fizycznej, co wystarcza, w jego przekonaniu, do zdystansowania się od odnośnej koncepcji. Jednakże Carolyn Brighthouse bezpośrednio już na niej opiera obronę swojej wersji substancjalizmu różnaitościowego, którą omawiam w następnym rozdziale. Tam też zostaną przedstawione szczegóły dotyczące pojęć takich jak „duplikacja” czy „doskonale naturalne własności”.

krzywiznie z dyfeomorficznie zgodną globalną topologię – tak jak w przypadku płaskich, klasycznych czasoprzestrzeni; przykład ten, ponownie, stosuje się do obszarów (...). Ta relacja bycia bycia odpowiednikiem o charakterze „wiele do wielu” wydaje mi się znacznie lepsza od esencjalizmu. Uwzględnia ona intuicje związane z eksperymentem myślowym Leibniza dotyczącym przesunięcia materialnej zawartości Wszechświata o trzy stopy na wschód: musimy utożsamić punkty ze względu na materię zlokalizowaną w nich, aby przesunięcie nie wytwarzało odmiennego świata. [Wskazana relacja bycia odpowiednikiem] uwzględnia tę intuicję poprzez fakt, że ‘śledzi’ ona pola fizyczne (*ibid.*: 27, tł. D. Luty).

Butterfield twierdzi, że z dwóch dyfeomorficznie równoważnych modeli, tylko jeden reprezentuje świat możliwy fizycznie. Jednakże, w przytoczonym powyżej przykładzie jest jasne, że nie da się wskazać, który z możliwych światów mógłby reprezentować możliwość fizyczną. Nie oznacza to, że należy ponownie wprowadzać esencjalizm celem wyróżnienia jakiegoś modelu. W przypadku Butterfielda problem raczej polega na tym, że jeżeli przekształcenia izomorficzne mają być sposobem porównywania obiektów i obszarów, to nie może być tak, że tożsamość tychże określona jest *wyłącznie* ze względu na sposób porównywania, jeżeli wyrażenia typu „punkty i ich odpowiedniki zamieszkują różne światy możliwe” mają być wyrażeniami sensownymi. W tym kontekście tożsamość punktów powinna być dana niezależnie od sposobu porównywania światów⁶². Jednakże w stanowisku Butterfielda możliwe jest, aby tożsamość punktów dana była *wyłącznie* ze względu na klasę izomorfizmów, a to oznacza brak kryteriów stabilnej tożsamości dla punktów w *obrębie jednego modelu*, potencjalnie nawet tego, który reprezentować ma aktualny fizycznie świat. Jeżeli argument dziury dotyczył problemu z nietrywialnymi symetriami, tak powyższa sytuacja przedstawia problem substancjalisty różnorościowego nawet z symetriami *trywialnymi*. Obrona substancjalizmu różnorościowego przeprowadzona przez Butterfielda wydaje się zatem niesatysfakcjonująca.

5.2. Strategia negacji pierwotnej tożsamości punktów

W kolejnej strategii sformułowanej w odpowiedzi na argument dziury i nazywanej strategią negacji pierwotnej tożsamości punktów twierdzi się, że za trudności związane z substancjalizmem różnorościowym odpowiedzialny jest dokładnie *status punktów czasoprzestrzeni* (Rickles 2007: 107). Rezultatem analiz przeprowadzonych przez

⁶² Dlatego też Rickles twierdził dodatkowo, że koncepcja Butterfielda wymusza przyjęcie pierwotnych tożsamości punktów.

zwolenników tejże strategii jest modyfikacja stanowiska substancjalizmu, zgodnie z którą substancjalista powinien odrzucić pierwotną tożsamość punktów, co pozwala mu na zaakceptowanie równoważności Leibniza. Poszczególne stanowiska w obrębie tej strategii różnią się szczegółami dotyczącymi uzasadniania tego poglądu oraz co do tego, jak dokładnie należy scharakteryzować właściwą reprezentację czasoprzestrzeni.

5.2.1. Substancjalizm różnaitościowy z akceptacją równoważności Leibniza

Omawiana strategia została po raz pierwszy zarysowana przez Annę Maidens (1993). Jej pogląd można zrekonstruować następująco. W kontekście refleksji nad tożsamością i indywidualnością cząstek kwantowych oraz różnic między klasycznymi statystykami Maxwella–Boltzmana i kwantowymi Fermiego–Diraca, Maidens jako pierwsza zaproponowała analogię między punktami czasoprzestrzeni a cząstkami kwantowymi. Jak opisywałem to bardziej szczegółowo w podrozdziale 3.4.1, analogia ta głosi, że punkty czasoprzestrzeni, podobnie jak cząstki kwantowe, nie posiadają tożsamości, która pozwalałaby na ich nazywanie, tj. przyporządkowanie im sztywnych desygnatorów, umożliwiające ich transświatową identyfikację. Oznacza to zatem odrzucenie pierwotnej tożsamości w tym sensie, że twierdzi się, iż niemożliwe jest stwierdzenie jakichkolwiek jednostkowych faktów dotyczących tych punktów (czy cząstek).

W kontekście podejścia Maidens nie odrzuca się numerycznej wielości odnośnych obiektów: jest ich więcej niż jeden, nie są one wszakże odróżnialne od siebie *via* pewne jednostkowe i niejakościowe własności. W kontekście punktów czasoprzestrzeni można stwierdzić, że odrzucenie pierwotnej tożsamości punktów jest zasadne zarówno z perspektywy biernej, jak i aktywnej ogólnej współzmienniczości. W pierwszym przypadku wynika to z dowolności w przypisywaniu punktom układów współrzędnych; w drugim z rozpoznania błędności interpretacyjnej decyzji o uznawaniu różnaitości różniczkowej za coś *quasi*-absolutnego.

Quasi-absolutny status M w charakterystyce substancjalizmu różnaitościowego przedstawionej przez Earmana i Nortona sprawiał, że punkty czasoprzestrzeni rozumiane jako punkty różnaitości były indywidualami niezależnie od specyfikacji pól, w tym pola metrycznego, co miało prowadzić do odrzucenia równoważności Leibniza. Jednak przykładowo Brighouse (1994: 117) akceptuje stanowisko substancjalizmu różnaitościowego,

nie przyjmując, jak Earman i Norton, negacji równoważności Leibniza jako definicyjnej charakterystyki odnośnego stanowiska. Rozumie ona substancjalizm różnaitościowy po prostu jako „realizm odnośnie do punktów i regionów czasoprzestrzeni” (*ibid.*), jednoznacznie utożsamiając czasoprzestrzeń z różnaitością różniczkowalną i twierdząc, że tak pojęta czasoprzestrzeń istnieje niezależnie od materialnych ciał/zdarzeń/procesów (*ibid.*: 122). Brighouse akceptuje również rozumienie obiektów geometrycznych O_i , w tym pola metrycznego g , jako obiektów matematycznych kodujących własności przygodne. Ponieważ zasadnicza obrona substancjalizmu dokonana przez Brighouse polega na wskazaniu, że akceptacja równoważności Leibniza jest możliwa dla substancjalisty różnaitościowego, bezpośrednio zanegowana zostaje implikacja w przesłance 1. Blokuję to przesłankę 2 i dlatego substancjalizm różnaitościowy nie ma prowadzić do indeterministycznych konkluzji. Ogólnie, główną tezę stanowiska przedstawionego przez Brighouse można oddać następująco:

Substancjalizm różnaitościowy z akceptacją równoważności Leibniza Czasoprzestrzeń reprezentowana jest przez różnaitość M , zaś jej punkty są fizycznymi indywiduami mającymi wyłącznie własności jakościowe. Modele czasoprzestrzeni obserwacyjnie nieodróżnialne są opisami tej samej sytuacji fizycznej. Relacją między mającymi te same własności jakościowe punktami dwóch nieodróżnialnych modeli czasoprzestrzeni jest relacja bycia odpowiednikiem.

Brighouse przywołuje pogląd Paula Horwicha (1978), zgodnie z którym realista odnośnie do jakichkolwiek obiektów nie musi uznawać ich transświatowej identyfikacji niezależnie od ich przygodnych własności. Korzysta ona w tym kontekście z analogii między punktami czasoprzestrzennymi a cząstkami elementarnymi, twierdząc, że tak jak symetrie permutacyjne nie skłaniają do antyrealistycznego nastawienia wobec istnienia cząstek elementarnych, tak symetrie wykorzystane w argumencie dziury nie powinny tworzyć warunku wystarczającego do odrzucenia istnienia punktów czasoprzestrzeni. Jeżeli bowiem utworzone *via* dyfeomorfizmy, włączając w to dyfeomorfizm dziury, modele potraktuje się poważnie jako możliwe światy i przyjmie się lewisowski realizm modalny, to wówczas nie jest tak, że tylko jeden z modeli reprezentuje możliwy świat, jak chciałby Butterfield, ale wszystkie modele, które są obserwacyjnie nieodróżnialne reprezentują ten sam świat – stanowią po prostu różne sposoby opisu. W związku z tym Brighouse stwierdza, że substancjalista może zaakceptować równoważność Leibniza, ponieważ ta wyraża fakt, że obserwacyjnie nieodróżnialne modele czasoprzestrzeni reprezentują tę samą czasoprzestrzeń (zob. Brighouse 1997: 472). Ma tak być, ponieważ „odpowiednik dowolnego punktu w każdym z jakościowo nieodróżnialnych światów

będzie mieć dokładnie te same własności jakościowe, co ten punkt. Stąd argument dziury nie prowadzi dla Lewisowskiego substancjalisty do problemu z indeterminizmem” (Brighouse 1994: 122, tł. D. Luty). W tym sensie jest jasne, że Brighouse rozumie pojęcie pierwotnej tożsamości punktów czasoprzestrzeni w sposób niezgodny z założeniami argumentu dziury, gdzie odnośne pojęcie wiązało się bezpośrednio z przyjęciem *quasi*-absolutności różnicy oraz indywidualizacją punktów M niezależnie od konkretnego rozwiązania równań pól Einsteina (zob. podrozdz. 4.3.1), raczej myśląc o pierwotnej tożsamości punktów głównie z perspektywy filozofii Lewisa, tj. w powiązaniu z ogólnym problemem, czy pojęcia tożsamości i haecceityzmu współtworzą adekwatny opis ontologii obiektywnego świata. Zarazem Brighouse wydaje się akceptować to, że argument dziury można potraktować jako argument przeciwko pierwotnej tożsamości, czego konsekwencją jest negacja tejże koncepcji w kontekście ontologii czasoprzestrzeni.

Brighouse rozpatruje możliwe zarzuty wobec swojej propozycji. Zasadniczy problem, mógłby ktoś argumentować, polegałby na tym, że jeżeli substancjalista pozwoli na określenie punktów różnicy czasoprzestrzennej wyłącznie przy pomocy własności obserwowalnych, to podważy to sens stanowiska substancjalizmu, zgodnie z którym czasoprzestrzeń, jako substancja, musi być odseparowana od swojej „zawartości”, jeżeli własności obserwowalne rozumieć jako własności przygodne. Niezależność czasoprzestrzeni jest w ujęciu Brighouse niezależnością kontrfaktyczną – substancjalnie rozumiana różnica czasoprzestrzenna istnieje niezależnie od materii i energii tak samo, jak istnienie danego człowieka jest niezależne od jego własności takich jak np. kolor włosów. Innym potocznym przykładem podanym przez Brighouse jest sytuacja, w której krzesło zostaje przesunięte o pięć metrów. Wówczas możliwy świat, w którym to krzesło zajmuje inne miejsce, posiada inne własności w tym obszarze. Nie generuje to jednakże, jej zdaniem, trudności, ponieważ odnośne własności sprawiają, że dokładnie ten a nie inny obszar w świecie możliwym z przesuniętym krzesłem stanowi odpowiednik aktualnego obszaru i w związku z tym reprezentują to samo miejsce (zob. *ibid.*: 122–123). Argument na rzecz niezależności czasoprzestrzeni jest zatem argumentem z analogii. Niestety, Brighouse nie podaje żadnych szczegółów, jak dokładnie należałoby analizę niezależności kontrfaktycznej przeprowadzić w kontekście *fizyki* czasoprzestrzeni.

Gordon Belot (1995) krytykował stanowisko Brighouse podważając jej ujęcie determinizmu, którego podstawą jest następująca definicja determinizmu: „Teoria czasoprzestrzeni T jest deterministyczna wtedy i tylko wtedy, gdy dla dowolnych modeli (M, O_i) oraz (M, O'_i) teorii T , jeżeli te modele są fizycznie równoważne przed czasem t (bądź, w czasie t), to są one fizycznie równoważne w każdym czasie” (Brighouse 1994: 118). Jest to

uproszczona wersja przytoczonej przeze mnie wcześniej definicji determinizmu laplasowskiego. Brighouse nie wyjaśnia jednak, w jaki sposób ta definicja jest zgodna z koncepcją odpowiedników Lewisa – a jest ona kluczowa dla argumentacji na rzecz substancjalizmu różnicowości w którym akceptuje się równoważność Leibniza. Belot w związku z tym formułuje, w ramach rozważań dotyczących poglądów Brighouse, następującą, ogólną definicję świata deterministycznego (oznaczoną przez niego jako „definicja 0”). Definicja 0 zawiera, w przeciwieństwie do definicji przytoczonej przez Brighouse, odniesienie do koncepcji odpowiedników: „świat W jest deterministyczny wtedy, gdy ilekroć S jest początkowym segmentem W , a W' jest światem fizycznie możliwym ze względu na W , i ten świat fizycznie możliwy posiada początkowy segment S' będący odpowiednikiem S , to W' jest odpowiednikiem W ” (Belot 1995: 185–186), gdzie termin „segment” oznacza część linii świata w pewnym świecie W .

Jak podkreśla Belot, definicja 0 nie jest jednak skuteczna. Nie pozwala ona, jego zdaniem, na adekwatną ocenę tego, czy dana teoria bądź dany świat rzeczywiście są deterministyczne. W odniesieniu do pewnej teorii powinniśmy móc jednoznacznie stwierdzić, czy jest ona deterministyczna, czy nie. Zarazem jednak istotnym aspektem teorii odpowiedników jest to, że przypisuje się w niej kontekstualność procesom zachodzącym w rozważanych modelach bądź światach – stąd możliwe są, jak twierdzi Belot, sytuacje, w których segmenty będą swoimi odpowiednikami, lecz historia świata W' nie będzie odpowiednikiem świata W (*ibid.*: 186). Jeżeli chcemy sprawdzić, czy rozważany świat jest deterministyczny, trzeba dysponować koncepcją typu relacji bycia odpowiednikiem, która jest niezależna od kontekstu (*ibid.*: 187). Odpowiedź Lewisa (1983: 163–164) na ten problem polega na wskazaniu zbioru „doskonale naturalnych własności⁶³”, obejmującego również relacje, które zachowywane są między odpowiednikami, czego przykładem mają być relacje czasoprzestrzenne. Wówczas, chcąc porównać dwa światy będące swoimi odpowiednikami (a zatem również ich części są swoimi odpowiednikami) pod kątem ich deterministycznej ewolucji, należy zbadać, czy sposoby egzemplifikacji doskonale naturalnych własności istotnie są podobne dla rozpatrywanych modeli czy światów. Celem Belota jest przede wszystkim pokazanie, że tego typu podejście do determinizmu jest trudne do utrzymania przez

⁶³ Przez „doskonale naturalne własności” rozumie się pewne wyróżnione, fundamentalne własności, które są egzemplifikowane w rzeczywistym świecie przez konkretne byty i do których powinny redukować się wszystkie inne własności. Sposoby egzemplifikowania doskonale naturalnych własności mają określać, jaka jest fundamentalna struktura świata (zob. Lewis 1983; Hall 2010).

substancjalistę rozmaitościowego, ponieważ wymusza ono interpretowanie światów indeterministycznych jako światy deterministyczne.

Belot, podważając ujęcie determinizmu w stylu Lewisa w kontekście stanowiska Brighthouse, przytacza odpowiednie przykłady, gdzie każdy kolejny wymusza modyfikację definicji determinizmu. Skupię się tylko na pierwszym przykładzie, ponieważ jest on wystarczający do zilustrowania problemów, o które tutaj chodzi. Precyzując definicję 0, Belot proponuje „definicję 1”, bezpośrednio czerpiąc z rozważań Lewisa dotyczących determinizmu: „Stwierdzę, że dwa światy rozchodzą się wtedy i tylko wtedy, gdy nie są duplikatami, lecz ich początkowe segmenty czasowe są duplikatami. (...) Po pierwsze, system praw przyrody jest deterministyczny wtedy i tylko wtedy, gdy nie istnieją dwa rozchodzące się światy, które jednocześnie w pełni podporządkowują się prawom tego systemu. Po drugie, świat jest deterministyczny wtedy i tylko wtedy, gdy jego prawa tworzą system deterministyczny:” (Lewis 1983: 359–360). Były są duplikatami wtedy i tylko wtedy, gdy: „(1) mają dokładnie te same doskonale naturalne własności i (2) ich części odnoszą się do siebie w ten sposób, że odnoszące się do siebie części mają dokładnie te same doskonale naturalne własności i znajdują się w tych samych doskonale naturalnych relacjach” (Lewis 1983: 63) Podkreślając kwestię związku między częścią a całością, Belot następująco przedstawia konsekwencje Lewisowskiej definicji duplikacji: „(...) jeżeli X jest duplikatem Y, i A jest duplikatem B, wtedy obiekt złożony z X i A jest duplikatem obiektu złożonego z Y i B wtedy i tylko wtedy, gdy czasoprzestrzenne relacje między X i A są takie same, jak między Y i B” (*ibid.*: 189). Zatem świat W , w ujęciu Lewisa, może być deterministyczny, jeżeli wraz z jego duplikatem W' nie tworzą światów rozchodzących się, oraz początkowe segmenty czasowe tych światów – W_t i $W'_{t'}$ – również są duplikatami. Stąd definicja 1, w ujęciu Belota, jest następująca: „ W jest deterministyczny wtedy i tylko wtedy, gdy ilekroć W' jest fizycznie możliwy ze względu na W i W_t oraz $W'_{t'}$, a ponadto zachodzi duplikacja f taka, że $f: W_t \rightarrow W'_{t'}$, to istnieje również duplikacja $g: W \rightarrow W'$ ” (Belot 1995: 190, zmodyf.).

W pierwszym przykładzie, wymierzonym przeciwko Lewisowskiemu rozumieniu determinizmu, Belot przedstawia następującą sytuację:

Wyobraźmy sobie, że umieściliśmy przedmiot na szczycie doskonale cylindrycznej, metalowej kolumny. Jeżeli przedmiot ten nie jest zbyt ciężki, kolumna będzie w stanie wewnętrznej równowagi. Jednakże, jeżeli waga przedmiotu przekroczy pewną masę krytyczną, wówczas kolumna zawali się. Standardowe matematyczne ujęcie tego zjawiska (...) każe nam oczekiwać, że do zawalenia się kolumny dojdzie poprzez wyboczenie w określonym kierunku. Jest to prawda nawet jeżeli kolumna jest „środkowo obciążona” – to znaczy nawet jeżeli przyjmiemy, że przedmiot

został umieszczony dokładnie na osi symetrii kolumny. Ktoś mógłby wątpić, że jest to dobry opis możliwego przebiegu zdarzeń w przypadku środkowo obciążonej kolumny w naszym własnym świecie. Jednakże, w moim przekonaniu wszyscy zgodziliby się, iż istnieją światy możliwe, gdzie doskonale symetryczne kolumny zawalają się nawet gdy są środkowo obciążone. Myślę również, że wszyscy zgodziliby się na traktowanie tych światów jako światów indeterministycznych, ponieważ kierunek wyboczenia danej kolumny jest z konieczności niedookreślony (*ibid.*: 190, tł. D. Luty).

Następnie, proponuje on rozważenie świata W takiego, że składa się on z: a) dużej, jednorodnej, doskonale sferycznej planety; b) umieszczonej na tej planecie względnie małej, doskonale cylindrycznej kolumny, której oś symetrii jest prostopadle styczna do powierzchni planety; c) stożka, który poruszając się uderza w chwili $t = 0$ swoim wierzchołkiem dokładnie w środek górnej powierzchni kolumny z wystarczającą siłą, by spowodować przechylenie kolumny. Belot następująco uzasadnia, dlaczego ten świat jest deterministyczny w świetle definicji 1:

Niech t , W i t' będą takie, że istnieje duplikacja $f: W_t \rightarrow W'_{t'}$. Wówczas f informuje nas o tym, że istnieją zupełne opisy fizyczne światów W_t i $W'_{t'}$. Zatem muszą istnieć identyczne i zupełne fizyczne opisy W i W' : [jest tak] ponieważ prawa zostały dobrane w ten sposób, że jedyna niejednoznaczność w ewolucji światów dotyczy kierunku upadku [kolumny]. Lecz ze względu na symetrię światów, zawsze możliwe jest sformułowanie ich identycznych opisów. Stąd istnieje duplikacja $g: W \rightarrow W'$, a W liczy się jako [świat] deterministyczny w świetle definicji 1. Traktuj to jako dowód na to, że definicja Lewisa jest wadliwa (*ibid.*: 191, tł. D. Luty).

Definicja 1 jest zatem nieadekwatna, ponieważ pozwala ona, ze względu na początkową symetrię w przedstawionym przez Belota świecie, na możliwość sformułowania duplikacji dla każdego przypadku dotyczącego kierunku upadku kolumny, tj. dla początkowego segmentu rozważanego świata. W rezultacie, nie da się uwzględnić autentycznie indeterministycznych sytuacji stosując definicję 1. Chcąc temu zaradzić, należałoby nałożyć dalsze ograniczenia na omawiane podejście, jednakże Belot pokazuje, że jeżeli te ograniczenia dotyczą relacji duplikacji, to każdorazowo uzyskuje się zbyt szeroką koncepcję determinizmu, tj. napotyka się te same problemy, co w przypadku definicji 1 (*ibid.*: 192–194).

Analizy Belota sugerują, że przyjęcie inspirowanego filozofią Lewisa ujęcia determinizmu celem uchylecia indeterministycznych wniosków z argumentu dziury jest chybione, ponieważ ujęcie to jest zbyt szerokie i w związku z tym zbyt słabe. Z tej perspektywy substancjalizm różnicowości dopuszczałby determinizm OTW w sposób wysoce trywialny. Brighthouse (1997: 472), odpowiadając na argumenty Belota, stwierdziła, że jego przykłady nie

są autentycznymi przykładami rzeczywistych sytuacji fizycznych⁶⁴. Zgadza się ona wszakże z tym, że definicja determinizmu powinna być odpowiednio zawężona i postuluje, bez bardziej szczegółowych analiz, koncepcję determinizmu fizycznego, zgodnie z którą izomorfizmy ze względu na jakościowe (obserwowalne) własności światów są właściwym sposobem ustalania zgodności między światami (Brighouse 1997: 480). W związku z tym, pewne możliwe do wyobrażenia sytuacje, takie jak w przykładach Belota, nie są istotne z perspektywy fizycznej (*ibid.*: 477).

Uważam, że odpowiedź Brighouse dotycząca determinizmu fizycznego jest *zasadniczo* słuszna, ponieważ podkreśla się w niej, że inaczej należy rozpatrywać determinizm dla teorii fizycznych różnego typu, a inaczej w pewnych wyobrażonych przypadkach. Jest to jednak niefortunne w kontekście prezentowanego przez nią stanowiska. Jak sądzę, Brighouse przyznaje poprzez swoją odpowiedź, że niemożliwe jest jednoznaczne wskazanie niezależnych od kontekstu kryteriów dokonale naturalnych własności ponieważ rozróżnienie między sytuacjami wyobrażonymi a sytuacjami autentycznie fizycznymi sprawia, że przy akceptacji określonej definicji determinizmu można dowolny opis sytuacji niepasujący do wybranej definicji potraktować jako niefizyczny. W rezultacie można odnieść wrażenie, że omawiana odpowiedź jedynie omija zarzut Belota, nie zaś bezpośrednio rozwiązuje problem.

Ponadto, Brighouse utrzymuje, że „duplikacje są izomorfizmami ze względu na to, co Lewis nazywa naturalnymi własnościami i relacjami” (*ibid.*: 468, tł. D. Luty) i tylko dzięki temu może ona bronić poglądu, że dwie odmienne, lecz nierozróżnialne obserwacyjnie czasoprzestrzenie mogą nie prowadzić do indeterministycznych konkluzji. Jest to problematyczne, ponieważ jeżeli utożsamia się pojęcie izomorfizmu z pojęciem duplikacji, nie wiadomo, czemu służyć ma korzystanie z koncepcji Lewisa. Wykorzystanie jej w kontekście szczególnej i nietrywialnej operacji jaką jest dyfeomorfizm dziury może wydawać się *prima facie* wartościowe dla substancjalisty różnicowości, ponieważ nie prowadzi do traktowania utworzonego przez *h*-dyfeomorfizm modelu jako niefizycznej możliwości, tylko jako duplikatu. Dzięki temu można uniknąć selekcjonizmu związanego ze stanowiskami

⁶⁴ Joseph Melia próbował rozwiązać problemy, które pojawiły się w związku ze stanowiskiem Brighouse. Zaproponował on odpowiednio szeroką koncepcję determinizmu, uwzględniającego własności niejakościowe (Melia 1999: 649). Jednakże w przypadku dyskusji nad ontologią czasoprzestrzeni w świetle argumentu dziury wydaje się to być regresem, zwłaszcza, jeżeli zauważyć, iż Melia dokonuje pewnych nieuprawnionych ze względu na OTW założeń. Jako przykład można wspomnieć nietrafny pogląd, zgodnie z którym problem z argumentem dziury polega na przyjęciu, iż po pewnym czasopodobnym cięciu czasoprzestrzeni dopuszcza się „powstające” punkty czasoprzestrzeni (*ibid.*: 646).

Maudlina i Butterfielda, choć nadal on się pojawia w pewnym szczególnym przypadku, opisanym w kontekście zarzutu Belota. Jednakże, jeżeli duplikacja jest *po prostu* izomorfizmem między modelami ze względu na relacje metryczne, a niezależność czasoprzestrzeni broniona jest przez argument z analogii do potocznych sytuacji, to substancjalizm różniczkowalny w stylu Brighouse staje się bardzo słabo uzasadniony – nie jest jasne, dlaczego różniczkowalnej powinniśmy przypisać szczególny status w odniesieniu do kwestii reprezentowania fizycznej czasoprzestrzeni. Odrzucenie pierwotnej tożsamości punktów różniczkowalnej przy jednoczesnym zachowaniu *quasi*-absolutności M mogło wydawać się obiecujące, ale założenie teorii odpowiedników, duplikatów oraz związanych z nimi koncepcji determinizmu okazuje się zbyt kosztowne i problematyczne. Ze względu na to uważam, że stanowisko Brighouse jest nieudany sposób formułowania odpowiedzi na argument dziury i w związku z tym centralny problem nie leży w samej definicji determinizmu, ale właśnie w przyjęciu substancjalizmu różniczkowalnego.

5.2.2. Substancjalizm metryczny

Innym autorem istotnym w kontekście rozwoju omawianego podejścia do punktów czasoprzestrzeni jest Carl Hoefer, który uznaje stanowisko substancjalizmu metrycznego (*metric field substantivalism*) za najbardziej obiecującą postać substancjalizmu. W podejściu tym zmodyfikowana zostaje przesłanka 1 z przedstawionej przeze mnie rekonstrukcji argumentu dziury i rezultatem tej modyfikacji jest negacja implikacji, w której negacja równoważności Leibniza jest następnikiem. Prezentowane przez Hoefera stanowisko głosi:

Czasoprzestrzeń jest rzeczywistym polem fizycznym reprezentowanym przez tensor metryczny g . Różniczkowalność M reprezentuje tylko i wyłącznie topologiczne własności tak rozumianej czasoprzestrzeni.

Dokładniej:

Pole metryczne występujące w OTW dosłownie opisuje substancjalny, *quasi*-absolutny byt, który wchodzi w interakcję fizyczną ze zwykłą materią. Jest on „*quasi*-absolutny” ponieważ, w odróżnieniu od wcześniejszych absolutnych przestrzeni, jego struktura jest częściowo wyznaczona przez materię, w sposób określony przez równania pola Einsteina. Byt ten zasługuje na nazywanie go „absolutnym”, ponieważ, zgodnie z OTW, może on istnieć niezależnie od zawartości materialnej, i przy tym mieć różnorodne struktury. Z tego powodu byt ten jest wart uznawania go za „substancjalny”; również dlatego, że nasze najlepsze przyczynowo-eksplanacyjne rozumienie

(grawitacyjnej) mechaniki odnosi się do czasoprzestrzeni, która zarówno działa na materię, jak i podlega działaniu materii (Hofer 1998: 464, tł. D. Luty).

Argumentacja Hofera za uznawaniem substancjalizmu metrycznego jako najlepszej wersji substancjalizmu jest następująca. Wyróżniony status g jako obiektu geometrycznego wiąże się z istotnością struktury metrycznej w kontekście praktyki badawczej fizyków-relatywistów. Czasoprzestrzeń bowiem nie jest w kontekście OTW w ogóle dana, dopóki nie jest dane konkretne rozwiązanie równań pola Einsteina. Powód ten ma jednak charakter przede wszystkim metodologiczny. Bardziej ontologiczne umotywowanie substancjalizmu metrycznego dotyczy tego, że pole metryczne pełni, zdaniem Hofera, analogiczne funkcje, co newtonowska absolutna przestrzeń (Hofer 1998: 259). Chodzi mianowicie o to, że dzięki polu metrycznemu możliwe jest rozróżnienie między krzywymi czasopodobnymi i przestrzennopodobnymi, a wyznaczona za pomocą metryki struktura inercjalna pozwala na rozróżnienie między ruchami przyspieszonymi i nieprzyspieszonymi. Wreszcie dzięki metryce możliwe jest określenie odległości między punktami. W tym sensie Hofer uzasadnia wybór pola metrycznego jako reprezentującego czasoprzestrzeń w podobny sposób, jak Maudlin uzasadniał wybór własności metrycznych jako własności esencjalnych. Różnica między nimi sprowadza się do tego, że Hofer, w swojej charakterystyce substancjalizmu metrycznego, nie traktuje pola g jako obiektu geometrycznego kodującego informacje o własnościach punktów czasoprzestrzeni, ale jako pole reprezentujące w kontekście OTW pewien *sui generis* byt, czasoprzestrzeń, ontologicznie podobny do newtonowskiej przestrzeni absolutnej.

Uzasadniając ontologiczną odrębność pola metrycznego od zwykłych pól fizycznych, takich jak np. pole elektromagnetyczne, Hofer powołuje się na autorytet Einsteina, przytaczając jego pogląd, że usunięcie pola elektromagnetycznego nie skutkuje zniknięciem czasoprzestrzeni, natomiast brak pola metrycznego oznacza brak czasoprzestrzeni. Ponadto, klasyczne koncepcje pól fizycznych ujmują je jako coś określonego w czasoprzestrzeni, natomiast pole metryczne określa samą czasoprzestrzeń (*ibid.*: 459). Inny argument, jaki można wskazać za odrębnością ontologiczną bytu reprezentowanego przez pole metryczne, jest fakt, że zasady zachowania energii-pędu dla energii grawitacyjnej wchodzącej w interakcję z rozkładem energii-pędów reprezentowanych przez tensor T są inne niż w przypadku „zwykłych” pól; można nawet twierdzić, że zasady takie dla energii grawitacyjnej nie są dobrze określone. Zagadnienie to można przedstawić następująco.

W dużej mierze problemy ze sformułowaniem praw zachowania dla energii grawitacyjnej wiążą się z obecnością krzywizny czasoprzestrzennej w kontekście OTW⁶⁵: „Energia materii nie jest zachowywana w obecności dynamicznej krzywizny czasoprzestrzeni, lecz zmienia się w reakcji na nią” (Hartle 2003: 480, tł. D. Luty). Podkreślał to sam Einstein (1916), stwierdzając, że postać praw zachowania dla energii grawitacyjnej z dywergencją kowariantną raczej informuje o tym, w jaki sposób dochodzi do interakcji grawitacyjnych i niegravitacyjnych energii-pędu. Zasadę zachowania energii-pędu dla energii-pędu w kontekście interakcji niegravitacyjnych zapisuje się standardowo jako

$$T^{\mu\nu}_{;\mu} = 0, \quad (29)$$

gdzie przecinek oznacza pochodną cząstkową. Równanie to interpretuje się jako znikanie dywergencji, gdy zignoruje się grawitację. Wybierając składową, określa się jaka wielkość – energia, pęd czy gęstość – jest w danym kontekście rozważana. W podanej ogólnej postaci zasady zachowania energii-pędu, ze względu na standardowe pochodne cząstkowe, korzysta się automatycznie ze zwykłej dywergencji. W przejściu do OTW zamienia się pochodną cząstkową na pochodną kowariantną i uzyskaną w ten sposób postać zasady zachowania energii-pędu można zapisać:

$$T^{\mu\nu}_{;\mu} = 0. \quad (30)$$

Powyższe równanie traktowane jest jako autentyczna zasada zachowania sformułowana za pomocą dywergencji kowariantnej. W przejściu od (28) do (29) mówi się o regule „przecinek przechodzi w średnik”. Reguła ta umotywowana jest zasadą minimalnego sprzężenia grawitacyjnego, która głosi, że „należy wziąć równania słuszne w szczególnej teorii względności, zapisać je kowariantnie (tzn. tak, aby postać tych równań nie zależała od wyboru układu odniesienia), a następnie przyjąć taką samą postać równań w ogólnej teorii względności” (Kopczyński, Trautman 1984: 169; zob. Anderson: 1967: 337; Wald 1984: 374–375). Podstawa tej zasady związana jest z kolei z silną zasadą równoważności, zgodnie z którą wszystkie prawa przyrody przyjmują tę samą postać w lokalnych swobodnie spadających układach inercjalnych, w sytuacji, gdy nie występuje grawitacja (Schulz 1995: 127).

⁶⁵ Należy wskazać, że w nowszych ujęciach OTW podkreśla się, że $T^{\mu\nu}$ nie można traktować niezależnie od tensora Einsteina G , tworzono go z pola metrycznego, tensora Ricciego i skalaru krzywizny. Po pierwsze, nie da się wyprowadzić równań ruchu bazując wyłącznie na $T^{\mu\nu}$ (Kopczyński, Trautman 1984: 137); po drugie, można wskazać kilka sposobów, jak $T^{\mu\nu}$ jest zależne od G , a od metryki zwłaszcza (Lehmkuhl 2011: 470).

Zasada minimalnego sprzężenia grawitacyjnego nie oddaje, ze względu na silną zasadę równoważności, roli krzywizny czasoprzestrzennej w kontekście interakcji energii grawitacyjnej z energią niegravitacyjną. Sugeruje, że można by było sformułować lokalną zasadę zachowania opartą o sumę tensora energii-pędu, reprezentującego energię niegravitacyjną, i pewnego obiektu $t^{\mu\nu}$, reprezentującego grawitacyjną energię-pęd: $(T^{\mu\nu} + t^{\mu\nu})_{,\nu} = 0$. Jak wskazuje się w literaturze (Ohanian 1976: 259; Stephani 1990: 142; Hoefler 2000: 193), $t^{\mu\nu}$ jest pseudotensorem, a zatem nie dotyczy wszystkich układów współrzędnych – jest zależny od wyboru określonego układu. Ponadto, „inaczej niż w przypadku autentycznego tensora, można sprawić, że $t^{\mu\nu}$ zniknie w dowolnym punkcie dzięki zastosowanie odpowiednich przekształceń współrzędnych” (Hoefler 2000: 193, tł. D. Luty). Stąd nie można twierdzić, że w OTW *lokalne* zasady zachowania są dobrze sformułowane. Vincent Lam tak komentuje tę sytuację:

W ramach OTW, byty fizyczne mogą być poprawnie zlokalizowane względem dynamicznego pola grawitacyjnego. Bardziej ogólnie – obserwable (Diraca) teorii mogą być poprawnie zdefiniowane w terminach relacji między dynamicznymi zmiennymi. W tej perspektywie, problem z lokalizowalnością grawitacyjnej energii-pędu można połączyć z fundamentalnym aspektem OTW – niezależnością od tła: nie istnieje żadne (niedynamiczne) tło względem którego grawitacyjna (oraz, jak najbardziej, niegravitacyjna) energia-pęd może być zdefiniowana i zlokalizowana (Lam 2011: 1021, tł. D. Luty).

Z jednej strony nielokalizowalność energii grawitacyjnej może być potraktowana jako powód do odrzucenia pojęcia pola grawitacyjnego jako „autentycznego” nośnika energii grawitacyjnej. Przy akceptacji tego podejścia można stwierdzić, że “jeśli pusta czasoprzestrzeń nie musi być traktowana jako coś, co ma autentyczną energię, to przynajmniej jeden powód aby traktować ją jako substancję zostaje odrzucony” (Hoefler 2000: 196, tł. D. Luty). Z drugiej strony jednak można przyjąć odmienne, preferowane przeze mnie nastawienie. Nielokalizowalność energii grawitacyjnej odzwierciedla jedynie fundamentalnie *globalny* charakter grawitacji, natomiast fakt empirycznej, *bezpośredniej* detekcji fal grawitacyjnych (Abbott, *et al.* 2016) zdecydowanie wskazuje na to, że energia grawitacyjna nie jest teoretyczną fikcją. Ta sytuacja otwiera dwie opcje interpretacyjne. Jedna, relacjonistyczna, głosiłaby, że pola grawitacyjne należy rozumieć następująco: „rzeczywistość nie jest skonstruowana z cząstek i pól znajdujących się w czasoprzestrzeni: jest ona złożona z cząstek i pól (wliczając w to pola grawitacyjne), które mogą być zlokalizowane jedynie w odniesieniu do siebie nawzajem. Żadnych pól w czasoprzestrzeni: jedynie pola na polach” (Rovelli 2004: 70, tł. D. Luty). W tym przypadku czasoprzestrzeń zostaje ontologicznie sprowadzona do relacyjnych

wartości pól, natomiast pole grawitacyjne jest rozumiane jedynie jako jedno z wielu pól – podobnym ontologicznie do, przykładowo, pola elektromagnetycznego. Podobne poglądy głosi Lee Smolin (2000: 5). W przypadku przekonań Rovellego, bardziej szczegółowo można to przedstawić przywołując jego koncepcję obserwabli częściowych i całkowitych będących częścią tzw. korelacionistycznego podejścia do OTW w sformułowaniu kanonicznym (do tego zagadnienia wracam w rozdz. 7.2.3).

W tym kontekście można jednakże nielokalizowalność energii grawitacyjnej oraz podwójną rolę pola metrycznego (rozdz. 5.1.1) potraktować jako racje przeciwko relacjonistycznej interpretacji pola grawitacyjnego przedstawionej przez Rovellego i Smolina. Uważam, że gdy zaakceptujemy realność energii grawitacyjnej ze względu na dostępne dane empiryczne, nielokalizowalność tejże energii (ujmowana przez pryzmat zagadnienia zasad zachowania) świadczyłaby o ontologicznej wyjątkowości pola grawitacyjnego. Podwójna rola metryki w OTW natomiast ujawnia, że to fizycznie rzeczywiste pole jednocześnie *jako takie* wyznacza strukturę czasoprzestrzenną. Przedstawiony przed chwilą pogląd dotyczący ontologicznej swoistości pola metrycznego w OTW nie jest przekonaniem wyrażonym przez Hoefera, natomiast w dalszych częściach swojej pracy (zwłaszcza w rozdziale 7) jest to pogląd, który zakładam i do którego będę się odnosić.

Jak rozumieć punkty czasoprzestrzeni w świetle substancjalizmu metrycznego? Według Hoefera czasoprzestrzeń w sensie właściwym ma być reprezentowana przez pole metryczne g , w związku z czym uznanie równoważności Leibniza i odrzucenie pierwotnej tożsamości punktów jest możliwe niejako automatycznie dla substancjalisty. Powody dla takiego podejścia w przypadku poglądów Hoefera są dwa. Po pierwsze, w odniesieniu do równoważności Leibniza, negowanie jej jest głęboko nieintuicyjne w kontekście OTW. Argument dziury można nawet potraktować jako argument pozytywny na rzecz takiego właśnie stwierdzenia: skoro w charakterystyce substancjalizmu różnicowości przedstawionej przez Earmana i Nortona negacja równoważności Leibniza była następstwem *quasi*-absolutności M i właśnie tenże status M odpowiadał za możliwość indywiduacji punktów w terminach pierwotnych tożsamości (niezależnie od dynamiki), to *quasi*-absolutności M należy odrzucić (zob. *ibid.*: 19). Po drugie, nie należy interpretować równoważności Leibniza jako zasady *tożsamości* rzeczy nieodróżnialnych w tym sensie, że zasada ta nie powinna być traktowana jako zasada *indywiduacji* (Hofer 1996: 20). Motywacją tutaj ma być kontrprzykład wobec omawianej zasady przedstawiony przez Maxa Blacka (Black 1952; French 1989; Cross 1995, 2011; Della Roca 2005), w którym zakłada się, że w danym świecie znajdują się dwie doskonale sferyczne kule. W tym przypadku nie jest możliwe odróżnienie od siebie kul poprzez odwołanie się bądź

do własności monadycznych, bądź do własności metrycznych, jeżeli rozpatruje się sytuację z tylko i wyłącznie dwiema kulami. Jest jednak jasne, że przedmiotów tych nie należy utożsamiać. Zamiana miejscami kul nie wytwarza odrębnej sytuacji i chcąc uniknąć pierwotnych tożsamości pozostaje stwierdzić, że fundamentalnym faktem jest numeryczna wielość obiektów w przedstawionym kontekście. Hoefler uważa, że podobnie należy potraktować status punktów czasoprzestrzeni, tj. należy uznać, że punktów jest po prostu numerycznie wiele, nawet jeżeli są one od siebie nieodróżnialne (Hoefler 1996: 18).

Wydaje się, że w substancjalizmie metrycznym trafnie rozpoznaje się kluczową rolę pola metrycznego, ujętego jako reprezentacja *bona fide* bytu, nie zaś kodującego wyłącznie pewien zbiór własności. Jednakże w wersji Hoefera prowadzi to do pewnych trudności. Po pierwsze, Rickles (2007: 112) podkreśla, że w kontekście OTW charakteryzowanie czasoprzestrzeni jako jakkolwiek absolutnej jest niefortunne – wzajemne działanie na siebie czasoprzestrzeni i zwykłej materii rozumiane jest standardowo jako powód do uznawania *dynamicznego* charakteru czasoprzestrzeni. Po drugie, można zapytać, jak właściwie mają się punkty różniczkowej (interpretowane jako pozbawione pierwotnych tożsamości) do fizycznej czasoprzestrzeni. Wyróżniony status pola grawitacyjnego i utożsamienie go z czasoprzestrzenią wskazują, że w kontekście substancjalizmu metrycznego należy stwierdzić, iż czasoprzestrzeń posiada strukturę topologiczną. W rezultacie, wydaje się, że Hoefler, w ramach substancjalizmu metrycznego, uznaje zasadność odwróconego porządku predykcji, tj. musi zaakceptować pogląd zgodnie z którym własności topologiczne należy orzekać o czasoprzestrzeni właściwie reprezentowanej przez g , odwrotnie niż w przypadku substancjalizmu różniczkowego.

Pojawia się wobec tego problem, czy substancjalizm metryczny nie zaczyna przypominać swojej negacji – relacjonizmu. Przykładowo, Paul Teller (1991: 381) prezentuje swoje stanowisko jako wersję relacjonizmu, natomiast jego konkluzje są podobne do wniosków Hoefera – powinniśmy być realistami wobec pola metrycznego. Hoefler, chcąc odróżnić swój substancjalizm metryczny od relacjonizmu Tellera, przywołuje jego pogląd, zgodnie z którym pole metryczne w światach z pustymi czasoprzestrzeniami reprezentuje zbiór dyspozycji możliwych stanów ruchu ciał, gdyby tylko te znalazły się w danym świecie. Hoefler komentuje to następująco: „Mam trudności w zrozumieniu tego poglądu, że pole metryczne reprezentuje niezwiązane (*free-floating*) dyspozycje; wolę widzieć dyspozycje przypisane do konkretnie istniejących bytów” (Hoefler 1996: 25).

Belot i Earman (2000; 2001), a także Rickles (2007) uważają, że próba odróżnienia substancjalizmu metrycznego od relacjonizmu zaproponowana przez Hoefera jest

nieprzekonująca. Rickles stwierdza, że o ile Hofer słusznie przesuwając oś sporu substancjalizmu z relacjonizmem na rozważania dotyczące statusu ontologicznego bytu reprezentowanego przez pole metryczne, to sposób przytoczenia stanowiska Teller'a sugeruje, że Hofer w ramach tak pojętego sporu przypisuje relacjonistę tezę materialnego pola metrycznego, zgodnie z którą metryka w OTW jest w pełni redukowalna do zachowań materialnych ciał takich jak pręty czy zegary (Rickles 2007: 113; Weingard 1975: 426–427). Nie jest to jednak słuszne, ponieważ oznaczałoby, że niedopuszczalne są „puste” czasoprzestrzenie. Bardziej adekwatną tezę, fizycznego pola metrycznego, Hofer przypisuje wyłącznie substancjalistę, co z góry przesądza o rozstrzygnięciu sporu, w związku z tym można twierdzić, że został on, w ujęciu Hofera, sformułowany nieprawidłowo. Relacjonista powinien móc interpretacyjnie odnieść się do tezy fizycznego pola metrycznego.

To, że Hofer rozpatruje punkty czasoprzestrzeni jako obiekty pozbawione pierwotnej tożsamości, okazuje się nieistotne, ponieważ rozważania te dotyczyły punktów reprezentowanych *wyłącznie* przez rozmaitość różniczkowalną, która, w świetle powyższych rekonstrukcji substancjalizmu metrycznego, nie reprezentuje czasoprzestrzeni w sensie właściwym. Hofer stwierdza, że rolą rozmaitości różniczkowej jest po prostu reprezentowanie topologicznych faktów dotyczących czasoprzestrzeni: „Podział reprezentantów (*representors*) własności czasoprzestrzeni, który pojawia się w opisie modeli czasoprzestrzeni jako trójka $\langle M, g, T \rangle$, nie wskazuje z perspektywy opisywanego przez mnie stanowiska żadnego głębokiego dualizmu dotyczącego natury samej czasoprzestrzeni. Czasoprzestrzeń ma fizyczną ciągłość, topologię i strukturę metryczną” (Hofer 1996: 24). W rezultacie, Hofer dokonuje odwrócenia porządku predykcji, którego dokonał też Teller (Gołosz 2001: 57). Nie można zatem powiedzieć, aby pozbawienie punktów pierwotnej tożsamości miało, ostatecznie, większe znaczenie dla ontologii czasoprzestrzeni. Wprawdzie udaje się zagwarantować w ten sposób, że niekorzystne wnioski z argumentu dziury dotyczące substancjalnego rozumienia czasoprzestrzeni nie odnoszą się do substancjalizmu metrycznego, jednakże podjęta w tym stanowisku próba pozytywnej charakterystyki czasoprzestrzeni prowadzi do ujęcia punktów jako fikcji.

Ze względu na deklarowane cele – przedstawienie najlepszej wersji substancjalizmu – nie można w związku z powyższymi rozważaniami uznać, że sam substancjalizm metryczny jest jako opcja satysfakcjonujący. Punkty czasoprzestrzeni nadal rozpatrywane są tylko i wyłącznie jako punkty rozmaitości, choć pozbawione pierwotnej tożsamości, a wnioski dotyczące tego ustalenia ostatecznie okazują się teoretycznie nieistotne. Co więcej, właściwe przedstawienie odnośnie do czego substancjalista ma być realista, generuje problem odróżnialności od

stanowiska typowo relacjonistycznego. Jak wykazywał jednak Earman, sam relacjonista nie dysponuje w pełni relacjonistyczną koncepcją pola. Sprawia to, że rozwiązania przedstawione przez Hoefera są tym bardziej niezadowalające. Chcąc uciec od podobieństwa względem relacjonizmu być może należałoby wprowadzić do substancjalizmu metrycznego korekty wymagające wykorzystania rozwiązań z wcześniejszych i zdecydowanie wadliwych stanowisk substancjalistycznych. Uważam, że w tym kontekście należy uznać, że substancjalizm metryczny jest zbyt kłopotliwy. Niewątpliwie jednak wskazane przez Hoefera trudności z zasadami zachowania w odniesieniu do energii grawitacyjnej prowadzą do ważnego ujęcia swoistości ontologicznej pola metrycznego.

Pewnym wybrnięciem z wymienionych trudności jest akceptacja najbardziej oszczędnej wersji substancjalizmu z negacją pierwotnej tożsamości – tak zwanego *substancjalizmu wyrafinowanego* Pooleya (2006; 2013; zob. Belot, Earman 1999). W stanowisku tym głosi się dwie tezy: (i) punkty czasoprzestrzeni istnieją, jednakże nie zachodzą wynikające z posiadania przez nie własności nieobserwowalnych różnice między reprezentacjami światów możliwych; (ii) ze względu na trudności związane ze sformułowaniem zasad zachowania energii grawitacyjnej, pole metryczne ma charakter *raczej* czasoprzestrzenny (Pooley 2006: 101). Z pierwszej tezy wynika, że zwolennik substancjalizmu wyrafinowanego może zaakceptować równoważność Leibniza, druga teza blokuje sprowadzenie do relacjonizmu. Niestety, Pooley nie oferuje, w odniesieniu do ontologicznej charakterystyki czasoprzestrzeni, niewiele więcej niż samo sformułowanie tych tez, czego poniekąd sam jest świadomy: „oczywistym stwierdzeniem dotyczącym tego stanowiska jest fakt, że unika się w nim indeterminizmu związanego z argumentem dziury. Ta motywacja jest, rzecz jasna, *raczej ad hoc*. Mniej arbitralna motywacja uwzględniałaby metafizykę substancji indywidualnych, która nie dopuszcza różnic między modelami wynikających z pierwotnej tożsamości – być może dlatego, że obiekty są indywiduowane przez – ich numeryczna odróżnialność jest ugruntowana w – miejsce, które zajmują w strukturze. (...) Mam nadzieję, że powiedziano wystarczająco dużo (...) aby wskazać spójność takiego punktu widzenia. Jest to być może skromny strukturalizm dotyczący punktów czasoprzestrzeni, jest to jednakże odległe od pozbawionej obiektów ontologii ontycznych realistów strukturalnych” (*ibid.*: 102, tł. D. Luty).

Sugeruje się w tym miejscu strukturalistyczny charakter substancjalizmu wyrafinowanego. Pooley wątek ten omawia głównie w odniesieniu do aspektu stanowiska Stachela związanego z zasadą ogólnej permutowalności (zob. podrozdz. 3.4.1), ale o samych tezach tworzących tę opcję, nie dowiadujemy się niczego więcej (zob. Pooley 2006: 99–104; 2013: 30–31). Jak już sygnalizowałem, zgadzam się z krytyką tejże zasady zaproponowaną

przez Pooley'a, jednakże w świetle jego deklaracji dotyczących strukturalistycznego charakteru substancjalizmu wyrafinowanego nie jest do końca jasne, w jaki sposób odrzucenie zasady ogólnej permutowalności wspiera twierdzenia substancjalizmu wyrafinowanego⁶⁶. Główna trudność jaka nasuwa się w tym kontekście związana jest, jak sądzę, z tym, że brak dalszych uzasadnień substancjalizmu wyrafinowanego sprawia, że wydaje się być on narażony na zarzut, zgodnie z którym stanowiska odrzucające określoną tożsamość obiektów muszą założyć poprawność tzw. teorii ról strukturalnych. Można jednakże wykazać, że teoria ta jest niespójna (co omawiam szczegółowo w podrozdziale 6.1).

5.3. Relacjonizm po argumencie dziury

Przejdę teraz do omówienia drugiej grupy stanowisk sformułowanych po argumencie dziury – form relacjonizmu. Earman i Norton uważali, że substancjalizm różniczkowy jest jedynym dostępnym, autentycznym stanowiskiem substancjalistycznym w kontekście OTW. Argument dziury, w przekonaniu wymienionych autorów, miał zatem służyć demonstracji, dlaczego teza substancjalizmu różniczkowego jest fałszywa i w związku z tym prawdziwa *powinna być* teza relacjonizmu. Ten ostatni nie może jednak przyjmować postaci zaproponowanej pierwotnie przez Friedmana, ze względu na trudności, jakie omówiłem już wcześniej. Nie może też być, jak uważa Earman, „instrumentalistycznym małpowaniem” (*instrumentalist rip-off*) substancjalizmu (Earman 1989: 127).

„Instrumentalistyczne małpowanie” należy rozumieć następująco. Earman, jak wskazywałem już wcześniej, za kryterium konstruowania ontologii danej teorii przyjmował, przynajmniej częściowo, praktykę fizyków-teoretyków, zgodnie z którą w kontekście OTW najpierw wprowadzana jest struktura topologiczna i różniczkowa, a następnie określane są na niej obiekty geometryczne, takie jak tensor metryczny czy tensor energii-pędu. Zatem punkty różniczkowe mają podlegać kwantyfikacji egzystencjalnej jako podstawowe obiekty ze względu na to, że są we współczesnych prezentacjach OTW wprowadzane w pierwszej kolejności. Jednakże taki obraz, wskutek ważności argumentu dziury, musiałby prowadzić w ujęciu Earmana i Nortona do uznania przez substancjalistę różniczkowego faktyczności indeterminizmu teorii czasoprzestrzeni typu OTW, co jest błędne. Relacjonizm, w ujęciu

⁶⁶ Ponadto, trzeba zaznaczyć, że nie jest omówione w jaki sposób substancjalizm wyrafinowany jest zgodny z poglądami Stachela – zwłaszcza, że w jego wersji strukturalizmu czasoprzestrzennego, „dynamicznym realizmie strukturalnym” (podrozdz. 6.5), założenia ontologiczne są bogatsze niż stwierdzenie braku pierwotnej tożsamości.

Earmana, może być więc tylko relacjonizmem eliminacyjnym, to znaczy relacjonistyczna interpretacja teorii czasoprzestrzeni powinna oznaczać prezentację tej teorii w taki sposób, aby nie występowały w niej substancjalistyczne założenia dotyczące różności czasoprzestrzennej. Konsekwentny relacjonista w przypadku OTW powinien móc zaoferować alternatywne sformułowanie tej teorii, równie efektywne co sformułowanie zakładające pierwszorzędność struktury topologiczno-różniczkowej. Innymi słowy, relacjonistyczne przeformułowanie teorii czasoprzestrzeni typu OTW wymagałoby przedstawienia tej teorii bez korzystania z czasoprzestrzeni reprezentowanej – w ujęciu Earmana – wyłącznie przez różność różniczkowalną.

Takie postawienie sprawy umożliwia dwie dalsze strategie relacjonistyczne. Relacjonista musi albo przedstawić *alternatywne* sformułowanie fizyki relatywistycznej, albo znacząco *udoskonalić* strategię interpretacyjną pozwalającą na korzystanie ze standardowego sformułowania OTW. Okazuje się, że w przypadku pierwszej strategii nie udaje się sformułować efektywnej niestandardowej wersji OTW; w przypadku drugiej, przedstawione interpretacje są, jak uważam, albo niesatysfakcjonujące, albo jedynie deklaratorywne – nie zaś istotnie – odróżnialne od bardziej subtelnych wersji substancjalizmu, względnie zbyt problematyczne.

5.3.1. Algebry Leibniza

Próbą realizacji pierwszej strategii relacjonistycznej była wczesna propozycja Earmana (1977; 1979; 1986; 1989), w której usiłował on przedstawić niesubstancjalistyczną (tj. taką, w której nie występuje odniesienie do różności czasoprzestrzennej i jej punktów) wersję OTW, korzystając z opracowanych przez Roberta Gerocha (1972) algebr Einsteina. Strukturę algebraiczną, zaczerpniętą od Gerocha, Earman zdecydował się nazywać *algebrą Leibniza*. Należy zaznaczyć, że był to szkic projektu, Earman bowiem stwierdza, że:

Zastąpienie substancjalistycznych teorii fizycznych skrajnie odmiennymi alternatywami w oczywisty sposób wymaga naukowej kreatywności i nie ma dobrych wskazówek, jak coś takiego osiągnąć. Znowu podkreślę swój sceptycyzm dotyczący takich prób, jeżeli związana z nimi jest eliminacja koncepcji pola. Inni antysubstancjaliści mogą zechcieć potraktować poważnie to, co substancjalista ma do zaoferowania, a następnie wydobyć najważniejsze treści jego stanowiska i oczyścić je z substancjalistycznych założeń. Takim relacjonistom mogę zaoferować pewne ogólne rady dotyczące konturów ich programu (Earman 1989: 170, tł. D. Luty).

Earman zatem nie postuluje tworzenia relacjonistycznej wersji OTW od początku. Eliminacja różnorodności czasoprzestrzennej z założeń ontologicznych przy jednoczesnym zachowaniu jej na poziomie reprezentacji nie ma jednak sprowadzać się do „instrumentalistycznego małpowania” substancjalizmu. Wynika to z postulatu przeprowadzenia tej eliminacji w ramach niestandardowego sformułowania OTW. Earman zatem myśli o interpretacji OTW przy pomocy algebr Leibniza jako o strategii reprezentacjonistycznej. Sądzi on, że może to prowadzić do stanowiska pośredniego pomiędzy absolutyzmem/substancjalizmem a relacjonizmem (*ibid.*: 154, 173). Omawiając wspomniany przeze mnie wyżej manewr Sklara, polegający na przypisaniu cząstkom monadycznej własności absolutnego przyspieszenia, Earman zaznacza, że

Zanim podejmiemy się dalszej oceny manewru [Sklara – *uzup. D. L.*], trzeba dokładnie ustalić, co się tutaj twierdzi. Sklar nie proponuje twórczej, trzeciej alternatywy względem standardowych relacjonistycznych i absolutystycznych teorii. Przypuszczalnie, nie chce on również „instrumentalistycznie zmałpować” teorii Newtona. Jediną dostępną opcją jest zatem zazębianie manewru Sklara z „pojedynczą” interpretacją argumentu Leibniza poprzez wykorzystanie pomysłu, zgodnie z którym modele absolutystyczne są reprezentacjami fizycznej rzeczywistości (...) (*ibid.*: 127, tł. D. Luty).

Nie jest do końca jasne, jaką postać powinno przyjąć stanowisko pośrednie w ujęciu Earmana, co zresztą przyznaje na końcu swojej pracy (*ibid.*: 208). Znacznie wcześniej jednak, sugeruje on, że stanowiskiem tym może być *atrybutywizm (property view)*. Zdaniem Earmana, stanowisko to w odniesieniu do natury czasoprzestrzeni, składa się z dwóch tez. Pierwsza, zaczerpnięta z relacjonizmu, głosi, że należy odrzucić substancjalne podłoże zdarzeń w postaci różnorodności czasoprzestrzennej. Druga teza natomiast, zaczerpnięta z absolutyzmu, jest stwierdzeniem, że istnieją monadyczne własności czasoprzestrzennej lokalizacji (*ibid.*: 14). Program algebr Leibniza istotnie okazuje się programem hybrydowym ze względu na komponenty relacjonistyczne i substancjalistyczne, ale nie w sposób zgodny z atrybutywizmem. Relacjonizm, ze względu na tezę R3 w rekonstrukcji Earmana, jest bowiem niezgodny z atrybutywizmem, jednakże w prezentowanym szkicu Earman nie prezentuje niczego, co uprawomocniałoby zwolennika interpretacji OTW przy pomocy algebr Leibniza do akceptacji własności czasoprzestrzennej lokalizacji. Wydaje się zatem, że szkicowany przez Earmana program powinien być rozumiany przede wszystkim relacjonistycznie.

Relacjonizm algebraiczno-leibnizjański Nie istnieją punkty ani obszary czasoprzestrzeni. Reprezentacja rzeczywistości fizycznej dana jest bezpośrednio przez relacjonistyczne modele będące algebraami Leibniza.

Najważniejsze cele w ramach programu algebr Leibniza są następujące (zob. Earman 1989: 171–172; Rynasiewicz 1992: 575). Po pierwsze, należy zaakceptować równoważność Leibniza dla modeli substancjalistycznych \mathcal{M} , tj. modeli w sformułowaniu standardowym dla teorii czasoprzestrzeni typu OTW. Po drugie, potrzebna jest bezpośrednia charakterystyka rzeczywistości fizycznej, która *reprezentowana* jest przez klasę substancjalistycznych modeli równoważnych w sensie Leibniza. Charakterystyka ta niech będzie nazywana „modelem Leibniza” \mathcal{L} – nie powinien on zawierać punktów ani obszarów czasoprzestrzeni. W ten sposób wyrażone jest to, że projekt algebr Leibniza powiązany jest ze strategią reprezentacjonistyczną. Po trzecie, należy wykazać, że \mathcal{M} i \mathcal{L} są równoważne ze względu na możliwość wyrażenia informacji o świecie. Earman twierdzi, że ten cel można rozłożyć na dwa pomniejsze: a) należy wykazać, że pomiędzy \mathcal{M} a \mathcal{L} zachodzi relacja reprezentacji. Powinno się zatem sformułować i udowodnić twierdzenie, zgodnie z którym relacja ta zachodzi wyłącznie pomiędzy \mathcal{L} a klasą równoważności utworzoną z \mathcal{M} ; b) prawa fizyki powinny być bezpośrednio wyrażalne w terminach \mathcal{L} .

Earman przedstawił szkic sposobu, w jaki powyższe cele mogłyby być zrealizowane. W pierwszej kolejności należy przyjąć obiekty algebraiczne jako podstawowe obiekty analizy, których reprezentacjami są różne, lecz równoważne, przestrzenie topologiczne. Wychodząc od przestrzeni topologicznej X , będącej zbiorem punktów wraz z rodziną zbiorów otwartych, można wskazać rodzinę $C_0(X)$ będącą rodziną ciągłych funkcji rzeczywistych na X . $C_0(X)$ jest obiektem algebraicznym zwanym *pierścieniem*. Podpierścień wszystkich ograniczonych funkcji ciągłych oznaczany jest jako $C_0^*(X)$. Earman wskazuje, że po skonstruowaniu pierścieni, można rozpatrywać same C_0 i C_0^* jako niezależne obiekty algebraiczne. Jeżeli zatem przyjmiemy dwie przestrzenie X oraz X' , których topologia ma być wyznaczona przez C_0 i C_0^* , to wówczas można również założyć, że „ $C_0(X)$ i $C_0(X')$ są izomorficzne jako pierścienie, tak samo $C_0^*(X)$ oraz $C_0^*(X')$ ”. I jeżeli X i X' są zwarte, to izomorfizm między $C_0(X)$ i $C_0(X')$ implikuje, że $X \cong X'$ (tj. X i X' są homomorficzne). Dalej, jeżeli X i X' są całkowicie regularne i spełniają pierwszy aksjomat przeliczalności, a są to warunki spełniane przez przestrzenie używane w fizyce, wtedy izomorfizm między $C_0^*(X)$ oraz $C_0^*(X')$ ponownie implikuje, że $X \cong X'$ ” (Earman 1989: 192; zob. Gillman, Jerison 1960; Nagata 1974). Istotne jest to, że w omawianym przypadku topologia obu przestrzeni X i X' jest wyznaczana przez *te same*

pierścienie. Wniosek, jaki ma z tych rozważań płynąć jest taki, że istnieje wiele przestrzeni topologicznie nieodróżnialnych⁶⁷, dla których można zdefiniować wspólny obiekt algebraiczny, innymi słowy: odmienne, lecz nieodróżnialne przestrzenie topologiczne tworzą różne reprezentacje tych samych obiektów algebraicznych (Earman 1989: 192).

Earman powołał się na sposób, w jaki Geroch odniósł powyższy pomysł do podstaw OTW. W tym kontekście (zachowuję notację przyjętą przez Earmana) rozpatrywać można cztery obiekty algebraiczne utworzone z C^∞ -różniczkowalnej rozmaitości M . Oprócz obiektów o postaci $C_0(M)$ oraz $C_0^*(M)$, utworzyć można również obiekty $C_\infty(M)$ (pierścień C^∞ -różniczkowalnych funkcji rzeczywistych) i $C_c(M)$ (pierścień funkcji stałych, czyli funkcji przyjmujących tę samą wartość niezależnie od argumentu). Earman uważa, że przy pomocy tych pierścieni można odtworzyć wszystkie tensory istotne dla fizyki grawitacyjnej w OTW; nie przedstawia on jednak bardziej szczegółowo jak to zrobić⁶⁸ (*ibid.*). Analogicznie do rozważanych wcześniej przestrzeni topologicznych, można by teraz pozbyć się M i co za tym idzie, w ujęciu Earmana, wyeliminować interpretację fizycznych punktów czasoprzestrzeni jako punktów M . Pozostałą strukturę Earman nazywa „algebrą Leibniza” (model Leibniza \mathcal{L}) i postuluje, że ma ona stanowić bezpośrednią, wyróżnioną charakterystykę rzeczywistości fizycznej. Substancjalistyczne modele \mathcal{M} stanowią reprezentacje konkretnych \mathcal{L} , ale jeżeli reprezentują ten sam \mathcal{L} , to muszą należeć do klasy modeli równoważnych w sensie Leibniza (Earman 1989: 192; Rynasiewicz 1992: 576–577).

Te wstępne ustalenia dotyczące programu przeformułowania OTW natrafiają jednakże na poważne problemy. Jak zauważa sam Earman, problem z zasadą racji dostatecznej (tu multiplikacją reprezentacji) można również odnieść do modelu Leibniza:

Algebry Leibniza nie unikają teologicznej wersji zarzutu Leibniza związanego z ZRD. Chociaż jest prawdą, że elementy klasy substancjalistycznych modeli równoważnych w sensie Leibniza mogą być odzyskane jako realizacje pojedynczego \mathcal{L} , to równie prawdziwe jest to, że różne elementy tej klasy równoważności mogą generować różne, lecz izomorficzne algebry Leibniza. Proliferacja równoważnych, substancjalistycznych modeli dorównuje zatem równolicznej proliferacji równoważnych algebr Leibniza. Problem związany z tym, dlaczego Bóg powinien w pierwszym

⁶⁷ Ze względu na odwołanie się Earmana do własności zawartości, warto zauważyć za Rynasiewiczem, że własność ta niekoniecznie jest kluczowa, ponieważ w kontekście fizyki czasoprzestrzeni najczęściej wykorzystywane są rozmaitości parazwarte (Rynasiewicz 1992: 575)

⁶⁸ Earman jedynie sygnalizuje, że kontrawariantne pole wektorowe można przedstawić jako przekształcenie z $C_\infty(M)$ na $C_c(M)$, natomiast tensor kowariantny jako przekształcenie wieloliniowe z kontrawariantnych pól wektorowych na $C_c(M)$.

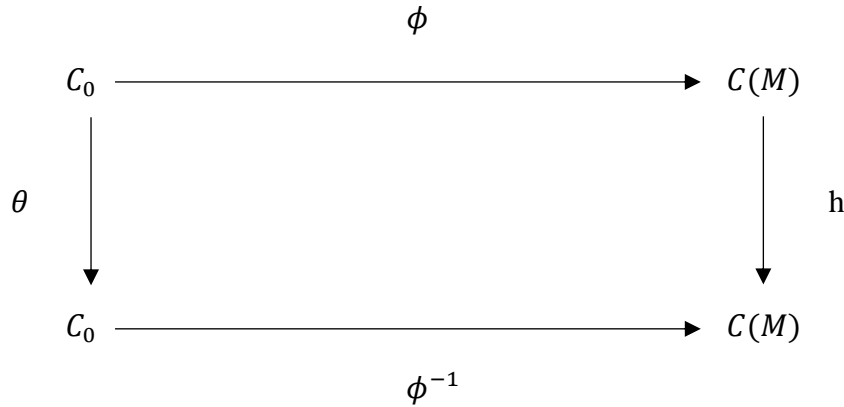
przypadku zaktualizować ten [model substancjalistyczny – *uzup. D. L.*] zamiast innego, przechodzi zatem na drugi przypadek – dlaczego powinien On zaktualizować tę [algebrę Leibniza – *uzup. D. L.*] zamiast innej (Earman 1989: 193).

W tym sensie model \mathcal{L} ulega „substancjalizacji”, prowadząc do wspomianej przeze mnie hybrydowości ontologii OTW w sformułowaniu z algebrami Leibniza. Wydaje się, że jest to wysoce niepożądana sytuacja, jednak zdaniem Earmana tak nie jest, ponieważ, w jego opinii, w kontekście modeli Leibniza nie występuje problem indeterminizmu: „Trzymając się ducha omawianego podejścia, prawa przyrody muszą być wyrażone bezpośrednio w terminach algebr Leibniza, lecz znaczenie determinizmu musi być rozumiane w terminach czasoprzestrzennych realizacji algebr” (Earman 1989: 193). Innymi słowy, zagadnienie determinizmu, według Earmana, występuje dopiero na poziomie reprezentacji modelu \mathcal{L} przez modele substancjalistyczne \mathcal{M} . Earman proponuje, byśmy założyli, że udało się wskazać pewien \mathcal{L} , który bezpośrednio charakteryzuje rzeczywistość fizyczną. Wówczas automatycznie różnorodność pojawiająca się w \mathcal{M} nie może być traktowana jako bezpośrednia reprezentacja rzeczywistości fizycznej, w związku z czym modele \mathcal{M} można od razu traktować jako równoważne w sensie Leibniza. Jedną z, ze względu na tę argumentację, wątpliwych staje się odrzucenie w filozofii Earmana możliwości, w której substancjalista akceptuje równoważność Leibniza.

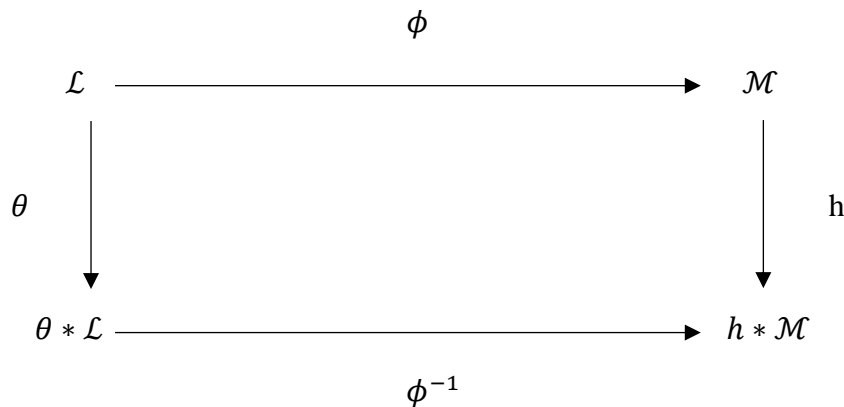
Szczególnie problematyczne w powyższym rozumowaniu Earmana jest założenie, że możliwe jest odróżnienie od siebie modeli Leibniza \mathcal{L} , których reprezentacjami są modele substancjalistyczne tworzące odrębne klasy równoważności. Założenie to prowadzi bowiem do sformułowania argumentu dziury dla modeli Leibniza. Argumentacja Rynasiewicza (1992: 581–582) na rzecz tego stwierdzenia jest następująca⁶⁹ (zob. również Bain 2003: 1078). Załóżmy, że model M jest czasoprzestrzenną realizacją algebry Leibniza \mathcal{L} . Earman (1989: 192) terminy „reprezentacja” i „realizacja” traktuje synonimicznie, Rynasiewicz natomiast wprowadza subtelne rozróżnienie między nimi. Twierdzi on mianowicie, że relacja reprezentacji między M a \mathcal{L} zachodzi *ze względu* na realizację czasoprzestrzenną danej algebry Leibniza. Odnosna realizacja jest pewną funkcją. Niech ϕ będzie odwzorowaniem izomorficznym pierścienia C_0 będącego algebrą danego \mathcal{L} na jego czasoprzestrzenną realizację $C_0(M)$ tworzącą strukturę \mathcal{M} . Niech \mathcal{M} realizuje \mathcal{L} ze względu na ϕ . Dalej, niech h będzie

⁶⁹ W mojej rekonstrukcji tejże argumentacji stosuję nieco inną notację niż Rynasiewicz. Służy to zachowaniu spójności z resztą tekstu niniejszej pracy.

dyfeomorfizmem dziury⁷⁰. Niech θ będzie funkcją złożoną $\phi^{-1} \circ h \circ \phi$, która izomorficznie odwzorowuje algebraiczną strukturę C_0 modelu \mathcal{L} na strukturę C_0 modelu $\theta * \mathcal{L}$. Związki te Rynasiewicz (1992: 581) ilustruje za pomocą następujących rysunków⁷¹:



Rys. 3.



Rys. 4.

Rynasiewicz przyjmuje bez dowodu, że $\mathcal{L} = \theta * \mathcal{L}$ wtedy i tylko wtedy, gdy $\mathcal{M} = h * \mathcal{M}$. Następnie zakłada on sytuację, w której $\mathcal{M} \neq h * \mathcal{M}$. Założona jest w tym przypadku *quasi-absolutność* rozmaitości⁷². Dwa h -dyfeomorficzne modele są odmiennymi, lecz równoważnymi reprezentacjami *tego samego* \mathcal{L} . W świetle postulatu Earmana, że poszczególne

⁷⁰ Rynasiewicz wskazuje dowolną transformację, którą można zinterpretować jako przesunięcie Leibniza (zob. rozdz. 4.2.3).

⁷¹ Na rysunkach używam innej notacji niż Rynasiewicz.

⁷² W oryginalnej wersji omawianej argumentacji nie pojawia się termin „*quasi-absolutność*”. Zdecydowałem się na jego wykorzystanie, ponieważ, w moim przekonaniu, pomaga on w rekonstrukcji jednoznego rozumowania.

\mathcal{L} jest bezpośrednią i wyróżnioną charakterystyką rzeczywistości, należy zaakceptować, że $\theta * \mathcal{L}$ będzie reprezentować inny świat.

Zapytajmy teraz, jaką sytuację fizyczną reprezentują zarówno \mathcal{M} jak i $h * \mathcal{M}$? Naprowadza się nas na pogląd, że skoro \mathcal{M} realizuje \mathcal{L} , to \mathcal{M} (pośrednio) reprezentuje sytuację (bezpośrednio) reprezentowaną przez \mathcal{L} . To samo dotyczy zatem $h * \mathcal{M}$ (który realizuje \mathcal{L} ze względu na $h \circ \phi$). Lecz skoro $h \circ \phi$ realizuje $\theta * \mathcal{L}$ ze względu na ϕ , analogiczne rozumowanie zmusza nas do wyprowadzenia wniosku, że $h * \mathcal{M}$ reprezentuje sytuację reprezentowaną przez $\theta * \mathcal{L}$, a zatem \mathcal{M} również musi reprezentować $\theta * \mathcal{L}$ (\mathcal{M} realizuje $\theta * \mathcal{L}$ ze względu na $h^{-1} \circ \phi$). Algebraik powinien przedstawić nam pewną zasadę, informującą nas, jaką rzeczywistość model czasoprzestrzenny reprezentuje w terminach realizowanej przez siebie algebry. Niepostrzeżenie doprowadzono nas do poglądu, że \mathcal{M} (pośrednio) reprezentuje sytuację (bezpośrednio) reprezentowaną przez \mathcal{L} , jeżeli \mathcal{M} realizuje \mathcal{L} . Argumentacja ujawnia, że \mathcal{M} odpowiednio reprezentuje tyle sytuacji, ile jest izomorficznych algebr Leibniza, tych natomiast jest tyle, ile czasoprzestrzennych modeli równoważnych \mathcal{M} . Oczywistym ruchem w tym przypadku jest przyjęcie, że dany model czasoprzestrzenny reprezentuje sytuację fizyczną jedynie względem wybranej funkcji realizacji (*ibid.*: 582, tł. D. Luty).

Okazuje się zatem, że postulat sformułowany przez Earmana prowadzi, ostatecznie, do absurdalnych konsekwencji: dwa czasoprzestrzenne modele należące do tej samej klasy równoważności mogą reprezentować dwa różne (w świetle powyższego postulatu) modele Leibniza. Po pierwsze, jak słusznie zauważa Rynasiewicz (*ibid.*), równoważność Leibniza zostaje w tym kontekście właściwie pozbawiona znaczenia. Po drugie, przedstawiona argumentacja pozwala opisać, w jaki sposób determinizm laplacowski zawodzi nie tylko w przypadku substancjalizmu różnicowości, ale również w przypadku relacjonizmu algebraiczno-leibnizjańskiego: „jeżeli \mathcal{L}_1 i \mathcal{L}_2 są algebrami Leibniza mającymi ten sam pierścień bazowy C_0 , wówczas dla dowolnej funkcji realizacji ϕ , czasoprzestrzenna realizacja \mathcal{L}_1 ze względu na ϕ jest identyczna z realizacją \mathcal{L}_2 ze względu na ϕ , jeżeli ograniczenia do $t \leq 0$ są identyczne w przypadku obu realizacji” (*ibid.*). Przy założeniu, że czasoprzestrzenne realizacje są modelami globalnie hiperbolicznymi (a Rynasiewicz je wyraźnie, choć nie *explicite*, przyjmuje), okazuje się, że mimo pełnej specyfikacji danych Cauchy’ego, dwie równoważne czasoprzestrzenne realizacje *mogą okazać się różne*, ponieważ, zgodnie z powyższą argumentacją Rynasiewicza, nic nie stoi na przeszkodzie, aby w którymś momencie ewolucji czasowej pojawiła się sytuacja powodująca, że równoważne modele substancjalistyczne odnoszą się do różnych modeli Leibniza, mających reprezentować jedno-jednego daną rzeczywistość fizyczną. Z tej perspektywy uznanie, że substancjalista może

po prostu zaakceptować równoważność Leibniza wydaje się bardziej oszczędną decyzją interpretacyjną.

Ponadto, należy zauważyć, że w programie algebr Leibniza punkty czasoprzestrzeni znikają tylko pozornie, co udaremnia realizację podstawowego celu odnośnego programu: przedstawienie poprawnej koncepcji uprawiania fizyki czasoprzestrzeni *bez* punktów czasoprzestrzennych. Punktom czasoprzestrzeni bowiem odpowiada w konstrukcji Earmana i Gerocha istnienie maksymalnych ideałów funkcji gładkich na rozmaitości⁷³ (Gołosz 2001: 107, Heller 1996, 1997; Rynasiewicz 1992: 583–584). Stąd relacjonizm algebraiczno-leibnizjański nie dość, że napotyka te same problemy związane z determinizmem co substancjalizm rozmaitościowy, to również daje się do tegoż stanowiska sprowadzić. W rezultacie szkic przedstawiony przez Earmana nie pozwala stworzyć przekonującej relacjonistycznej interpretacji OTW, ani też takiej, z którą związane byłoby stanowisko pośrednie w sporze relacjonizmu z substancjalizmem. Uważam, że również modyfikacja programu Earmana–Gerocha prowadząca do tzw. przestrzeni bezpunktowych (Connes 1994; Heller 2004) nie uprawomocnia relacjonistycznej ontologii czasoprzestrzeni. Jeżeli bowiem zgodzić się, że czasoprzestrzeń powinna być reprezentowana przez jakąś przestrzeń topologiczną i przestrzeń ta powinna być bezpunktowa, to aby można było w ogóle uprawiać fizykę polową w kontekście takiej przestrzeni, minimalnie trzeba założyć istnienie obszarów rozmaitości czasoprzestrzennej. Niepunktowe obszary zatem stawałyby się bazowym „obiektem predykcji egzystencjalnej” (zob. Roeper 1997; Arntzenius 2012: 112). Wydaje się, że nie rozwiązywałoby to ani problemów substancjalizmu rozmaitościowego związanych z założeniem *quasi*-absolutności M , ani problemów programu algebr Leibniza, o ile celem tego projektu ma być eliminacja substancjalistycznych interpretacji struktur topologicznych.

5.3.2. Dynamiczne podejście do fizyki relatywistycznej

Stanowiskiem, zgodnie z którym OTW nie wymaga niestandardowego sformułowania, aby można było traktować ją w sposób relacjonistyczny, jest *dynamiczne podejście do teorii względności* (*dynamical approach to relativity*, DA). Podejście to zostało w filozoficznej refleksji nad fizyką czasoprzestrzeni zaproponowane stosunkowo niedawno przez Harvey’a

⁷³ Rynasiewicz (1992: 583–588) szczegółowo sformułował argument dziury wyłącznie w terminach algebraicznych dla omawianego stanowiska Earmana, wychodząc właśnie od faktu równoważności ideałów maksymalnych funkcji z punktami rozmaitości.

Browna (2005; Brown, Pooley 2006). Zazwyczaj DA nie jest związane bezpośrednio z dyskusją między absolutyzmem/substancjalizmem a relacjonizmem, ponieważ dla DA cele określone są inaczej niż standardowo dla relacjonizmów. Relacjonizm zawiera pewną tezę ontologiczną dotyczącą czasoprzestrzeni, natomiast w DA rozważa się przede wszystkim zagadnienie *eksplanacyjnego pierwszeństwa* (bądź fundamentalności), polegające na rozróżnieniu między podejściem geometrycznym a podejściem dynamicznym, sformułowanym w pierwszej kolejności w odniesieniu do pytania o to, *co wyjaśnia* przewidywane w STW efekty dylatacji czasu oraz kontrakcji długości. Relacjonistyczna teza ontologiczna – głosząca, że istnieją tylko materialne ciała, natomiast geometryczna struktura czasoprzestrzenna, wraz z jej punktopodobnymi częściami, jest do nich sprowadzalna – daje się sformułować w DA, ale nie jest ona przez zwolenników tego stanowiska eksponowana jako głos w sprawie natury czasoprzestrzeni. Ponadto, argument dziury jak i zagadnienie determinizmu nie mają żadnej roli w umotywowaniu i formułowaniu DA⁷⁴.

Zarówno w podejściu geometrycznym, jak i w DA uznaje się elementarny fakt, że efekty kontrakcji i dylatacji są konsekwencjami transformacji tworzących grupę Poincarégo (Brown, Read 2018: 7–8). Zgodnie z klasycznym, geometrycznym podejściem, to symetrie samej czasoprzestrzeni Minkowskiego mają wyjaśniać, dlaczego prawa dynamiki ciał są niezmiennicze pod symetriami Poincarégo (Janssen 2002: 499; Maudlin 2012: 117–118). Zwolennik wyjaśniania geometrycznego miałby uznawać, że „w kontekście teorii czasoprzestrzeni z dynamicznymi polami metrycznymi (...) metryka posiada pierwotny związek z geometrią czasoprzestrzeni” (Brown, Read 2018: 15). Natomiast w ramach DA twierdzi się, w odniesieniu do poglądów Johna Bella (1976; 1987), że:

Dynamiczne podejście do fizyki relatywistycznej Istnieją materialne ciała, których zachowanie wyjaśniane powinno być przy pomocy symetrii dynamicznych praw. Fakty geometryczne nie są faktami nieredukowalnymi.

Stąd wyjaśnienie, przykładowo, kontrakcji i dylatacji powinno odnosić się *wyłącznie do symetrii praw*. W tym kontekście, niezmienniczość praw pod symetriami Poincarégo traktowana jest jako nagi fakt (Brown, Read 2018: 13), innymi słowy: pierwotne są symetrie dynamiczne. Ponieważ materialne ciała w kontekście fizyki są tym, co jest mierzone oraz co służy do mierzenia, stawiane w ramach DA *centralne pytanie* brzmi: w jaki sposób idealne

⁷⁴ Należy wszakże nadmienić, że Brown (2005: 101) wydaje się akceptować zasadnicze konkluzje związane z argumentem dziury, ale wyłącznie w odniesieniu do fizycznej roli ogólnej współzmienniczości.

zegary i pręty miernicze, zachowujące się zgodnie z dynamicznymi prawami, „wychwytną” chronogeometrię świata?

Mimo pewnej niezależności DA od sporu absolutyzmu z relacjonizmem w odniesieniu do OTW, analizy Browna częściowo łączą się z tą dyskusją i w tym kontekście można uznawać DA za bardzo specyficzną wersję relacjonizmu (zob. Pooley 2013: 52; Hugget 2015). Wydaje się, że są dwa powody na rzecz tego poglądu.

Po pierwsze, sposób ujęcia zagadnienia bezwładności. Brown wykorzystuje bowiem rozróżnienie Einsteina na teorie konstruktywne i teorie oparte na zasadach (Einstein 2001: 64), czego konsekwencją jest rozróżnienie sposobów wprowadzania określonego pojęcia fizycznego do teorii – w pierwszym przypadku jako postulatu bazującego na doświadczeniu uzyskanym niezależnie od tej teorii, natomiast w drugim jako twierdzenia wyprowadzonego dedukcyjnie z aksjomatów danej teorii. Brown uważa, że w OTW bezwładność powinna być ujmowana z tej drugiej perspektywy. Jest ona wtedy traktowana jako pojęcie, o którym twierdzenie w postaci równania geodezyjnego *wyprowadzone* jest z równań pola (*ibid.*: 162). W tym świetle można rozważyć status argumentu na rzecz AO1 (podrozdział 4.3.1). DA, jak sądzę, sprzyja negacji tej tezy ze względu na przyjęcie, że struktura afiniczna *nie jest* strukturą samej czasoprzestrzeni, czyli czasoprzestrzeń (o ile zgodzić się, że reprezentuje ją różniczkowalna M) nie może być wprowadzana niezależnie od dynamicznych praw w OTW. Zgodnie z DA jest raczej tak, że „bezwładność w OTW jest tak samo konsekwencją równań pola jak fale grawitacyjne. Po raz pierwszy odkąd Arystoteles wprowadził podstawowe rozróżnienie na ruchy naturalne i wymuszone, ruch inercjalny jest częścią dynamiki” (Brown 2005: 163, tł. D. Luty).

Po drugie, analiza chronogeometrycznego sensu pola metrycznego. Stanowi ona jeden z wielu aspektów centralnego pytania DA w kontekście OTW⁷⁵. W przypadku sporu absolutyzmu z relacjonizmem ujmowanego z bardziej standardowej perspektywy, niezgoda dotyczy interpretowania tego sensu pola metrycznego, zgodnie z którym g koduje informację o polu grawitacyjnym. Absolutysta/substancjalista uznałby, minimalnie, że g nie powinno być interpretowane jako zwykłe pole fizyczne; relacjonista natomiast byłby gotów taką interpretację przyjąć (Rovelli 1997: 193; Brown 2005: 160; zob. Lehmkuhl 2014). Brown i Read *explicite* twierdzą, że właśnie w odniesieniu do tego sensu pola metrycznego można mówić o danym stanowisku, czy jest relacjonistyczne czy nie. Jednocześnie zaznaczają oni, że pełne sprowadzenie pola metrycznego do pól materialnych jest wyjątkowo trudne w przypadku

⁷⁵ Szerzej o dwóch sensach pola metrycznego pisałem w podrozdziale 5.1.1.

OTW, co można odczytywać jako zdystansowanie się od bardziej standardowego relacjonizmu w sporze o status ontologiczny czasoprzestrzeni (Brown, Read 2018: 14, przyp. 35).

Centralne pytanie DA w przypadku OTW jest przeformułowane na: „w jaki sposób pole metryczne zyskuje swoje chronogeometryczne znaczenie?” (*ibid.*: 14, tł. D. Luty). Odpowiedź na to pytanie w omawianym kontekście można w uproszczony sposób przedstawić tak: materialne pręty i zegary lokalnie „wykrywają” metrykę w kontekście OTW ze względu na silną zasadę równoważności. W świetle tejże zasady metryka w OTW lokalnie przyjmuje postać metryki z STW, a co za tym idzie równania dynamiki są niezmiennicze pod przekształceniami Poincarégo (*ibid.*). W ten sposób pole metryczne zyskuje swój chronogeometryczny sens, wyrażony w odniesieniu do możliwości dokonywania pomiarów. Jedyne, co pole metryczne jako takie pozwala zmierzyć, zdaniem zwolenników DA, to ruch geodezyjny masywnych cząstek, natomiast „reszta operacyjnego znaczenia g_{ab} zależy od innych rozstrzygnięć” (Brown 2005: 160, tł. D. Luty). Ze względu na tę odpowiedź, istotne jest to, że Brown proponuje własne sformułowanie mocnej zasady równoważności: „istnieją w sąsiedztwie każdego zdarzenia wyróżnione współrzędne, nazywane lokalnie inercjalnymi w tym zdarzeniu. Dla każdego fundamentalnie niegrawitacyjnego oddziaływania, przy możliwości, że grawitacyjne siły pływowe mogą być zignorowane, prawa rządzące tymi oddziaływaniami mają najprostszą postać w tym układzie współrzędnych. Jest to ich szczególnorelatywistyczna postać, niezależna od lokalizacji czasoprzestrzennej” (Brown 2005: 169).

Definicja Browna odnosi się do omówienia dwóch wersji zasady równoważności przedstawionych przez Andersona (1967). Pierwsza jest odmianą słabej zasady równoważności, zgodnie z którą pomiary dokonywane lokalnie w jednorodnym polu grawitacyjnym będą takie same jak w inercjalnym układzie odniesienia. Druga wersja, silna, została już przeze mnie przywołana (zob. podrozdział 5.2.2). Głosi ona, że „każde prawo fizyczne, które można wyrazić w notacji tensorowej w STW, ma dokładnie taką samą postać w układzie lokalnie inercjalnym czasoprzestrzeni zakrzywionej” (Schulz 1995: 186). Silna zasada wiąże się z tym, że muszą być spełnione warunki dotyczące minimalnego sprzężenia grawitacyjnego. W konsekwencji, zabrania ona tego, aby prawa fizyki w zakrzywionej czasoprzestrzeni zawierały człon z reprezentującym krzywiznę tensorem Riemanna (*ibid.*: 186). Anderson uważa, że jedynie słaba zasada równoważności jest kluczowa dla samej OTW. Brown nie odrzuca jednoznacznie tego przekonania, podkreślając nawet, że minimalne sprzężenie nie jest konsekwencją równań pola Einsteina (Brown 2005: 172). Mimo to, zdaje się on traktować swoją definicję zasady równoważności jako zbliżoną do silnej wersji tej

zasady: „właśnie ze względu na minimalne sprzężenie oraz lokalną kowariancję lorentzowską, pręty i zegary, zbudowane z pól materialnych wykazujących tę symetrię, zachowują się jak gdyby odczytywały aspekty pola metrycznego i w ten sposób nadają one temu polu znaczenie geometryczne” (*ibid.*: 176, tł. D. Luty). W tym sensie, jak uważa Brown, *nie jest* tak, że pole metryczne można utożsamić z czasoprzestrzenią bądź, razem z innymi polami, potraktować je jako własność czasoprzestrzeni (stąd można twierdzić, z perspektywy sporu o naturę czasoprzestrzeni, że w DA eliminuje się punkty czasoprzestrzeni z ontologii fizyki). Dla Browna tego typu stwierdzenie dotyczące metryki w OTW jest jedynie werbalnie odmiennym ujęciem tego, że „wszystkie pola materialne sprzęgają się w ten sam sposób z pojedynczym polem ‘metrycznym’ mającym sygnaturę lorentzowską, co zapewnia lokalną lorentzowską kowariancję; a poprzez minimalne sprzężenie, szczególna teoria względności w pełnej chwale okazuje się obowiązywać lokalnie” (*ibid.*, tł. D. Luty).

W świetle tego poglądu, Brown i Pooley twierdzą, że jedynie ze względu na lokalne obowiązywanie STW (a zatem ze względu na silną zasadę równoważności) możliwe jest ogólnorelatywistyczne wyjaśnienie kontrakcji i dylatacji, jeżeli wyjaśnienie to rozumiane jest zgodnie z dynamiczną interpretacją STW bez względu na niezależność i dynamiczność metryki w OTW (Brown, Pooley 2001: 271): „pręty i zegary są narzędziami mierzącymi czterowymiarową strukturę geometryczną. Lecz jest to struktura zdefiniowana w terminach symetrii dynamicznych praw. Jeżeli materia i jej interakcje zostaną usunięte, to nie jest tak, że pozostaje czasoprzestrzeń Minkowskiego. Pręty i zegary nie oddziałują z metryką tła: nie są one termometrami struktury czasoprzestrzennej” (*ibid.*: 269, tł. D. Luty). Oznacza to, że w kontekście eksplanacyjnym, ontologiczne pierwszeństwo mają wyłącznie ciała materialne, nie zaś jakakolwiek struktura czasoprzestrzenna.

Nie trzeba w pełni akceptować powyższych poglądów. Można wskazać ku temu dwa powody. Po pierwsze, za Jamesem Weatherallem, można krytykować je jako zbyt mocne i mające pewne niepożądane dla zwolennika DA konsekwencje:

Nawet jeżeli założenie, że metryka w OTW reprezentuje geometrię czasoprzestrzeni jest jedynie innym sposobem wyrażenia twierdzenia, że to metryka razem ze stowarzyszonym z nią operatorem pochodnej odgrywają poszczególne role w opisie dynamiki materii, to nadal wydaje się, że ta obserwacja – jakkolwiek wyartykułowana – niesie ze sobą istotny ciężar eksplanacyjny. Mówi nam ona, że opisane przez tę konkretną metrykę długości, kąty, i tak dalej, są właśnie fizycznie istotne. Te wielkości współtworzą dynamikę materii. To, że czasoprzestrzeń ma tę geometrię – tj. że to jest ta geometria, do której dynamika materii jest dostosowana – tłumaczy, dlaczego materia porusza się tak a nie inaczej (Weatherall 2017: 14, tł. D. Luty).

Z pewnej wąskiej perspektywy okazuje się zatem, że można sformułować wobec DA zarzut, który daje się postawić wielu stanowiskom relacjonistycznym: twierdzenia relacjonisty zakładają w jakiejś postaci istnienie pewnej struktury czasoprzestrzennej mającej większe znaczenie ontologiczne czy eksplanacyjne niż sam relacjonista deklaracyjnie akceptuje.

Drugi powód związany jest z silnym wyróżnieniem faktu lokalnego obowiązywania STW w OTW i połączenia z nim eksplanacyjnej i ontologicznej roli określonych, materialnych ciał. Z jednej strony trudno podważyć to, że metryka w OTW nabywa swoje operacyjne znaczenie ze względu na lokalnie rejestrowane zachowanie ciał, które *następnie* jest opisywane w terminach geometrycznych. Z drugiej strony jednak wyraźnie widać, że w przypadku DA ignoruje się w różnicę między metrykami w STW a OTW w tym sensie przynajmniej, że do wyjaśnienia pewnych konsekwencji tej drugiej teorii nie wystarczy odniesienie do zachowania materialnych ciał i silnej zasady równoważności gwarantującej lokalne obowiązywanie STW. Po pierwsze, co szczegółowo opisałem w rozdz. 5.2.2, wyróżnienie tejże zasady (oraz zasady minimalnego sprzężenia grawitacyjnego) skutkuje zignorowaniem roli krzywizny czasoprzestrzennej w kontekście problemu formułowania lokalnych zasad zachowania energii: można stwierdzić, że to niezerująca się krzywizna współtworzy *wyjaśnienie* faktu, że do opisu interakcji między energią grawitacyjną i niegravitacyjną musimy wprowadzać w kontekście OTW odpowiednie *pseudotensory*. Oczywiście, pojęcie krzywizny jest pojęciem geometrycznym. Jest wprawdzie tak, że w rzeczywistej praktyce badawczej silna zasada równoważności jest często zakładana (zob. Schulz 1995: 186) a pole metryczne zyskuje czysto operacyjny sens ze względu na narzędzia pomiarowe (jak twierdzą zwolennicy DA), jednakże całkowite zrezygnowanie z interpretowania przynajmniej niektórych faktów geometrycznych jako fundamentalnych (zwłaszcza w OTW, na przykładzie krzywizny) prowadzi do pewnych *strat teoretycznych*.

Niewątpliwie DA jest interesującym i ważnym programem filozoficznym kierującym debatę o fizyce i filozofii czasoprzestrzeni na nowe tory (zob. również Brown, Read 2016), czemu powyższe jego przedstawienie niekoniecznie czyni zadość. Jak zaznaczyłem, spór między absolutyzmem a relacjonizmem oraz spór między zwolennikami wyjaśniania dynamicznego a zwolennikami wyjaśniania geometrycznego zająbiają się jedynie częściowo. Oznacza to, że DA może okazać się słuszne z powodów niezależnych od tejże debaty, natomiast w świetle wzmiankowanych trudności uważam, że w ramach dyskusji substancjalistów z relacjonistami stanowisko to nie jest w pełni satysfakcjonujące.

5.3.3. Relacjonizm nieredukcjonistyczny

Stanowiskiem relacjonistycznym bezpośrednio nawiązującym do argumentu dziury i takim, w którym również nie twierdzi się, że relacjonista potrzebuje alternatywnego sformułowania fizyki czasoprzestrzeni, jest stanowisko *relacjonizmu nieredukcjonistycznego* (dalej: RN) Simona Saundersa. Stanowisko to można zrekonstruować w odniesieniu do OTW następująco:

Relacjonizm

nieredukcjonistyczny

1. Rzeczywiste fizycznie są jedynie wielkości związane z dynamicznymi symetriami teorii typu OTW.
2. Relacjonistyczna interpretacja teorii typu OTW jest poprawna, gdy bazuje na:
 - i) zasadzie racji dostatecznej
 - ii) współczesnej formie zasady tożsamości rzeczy nieodróżnialnych.
3. W relacjonizmie, w świetle 2.ii), nie jest konieczne założenie idealnego statusu relacji i ich redukowalności do własności wewnętrznych.
4. Punkty przestrzeni i czasoprzestrzeni są określone ze względu na swoje relacje z ciałami i zdarzeniami.

Teza 1 oznacza uznanie, że dla określenia ontologii danej fundamentalnej teorii fizycznej potrzebne jest zwrócenie uwagi na symetrie występujące w tej teorii. Saunders podkreśla jednak, że symetrie rozpatrywane są ze względu na to, jak pozwalają opisać fizyczną rzeczywistość, w związku z tym należy je traktować jako środek do definiowania fizycznie autentycznych wielkości. W OTW takimi wielkościami byłyby wielkości niezmiennicze w klasie modeli równoważnych ze względu na dynamiczne symetrie metryki (Saunders 2003a: 151; 2003b: 300). Te rozstrzygnięcia sformułowane są na podstawie dyskusji wokół argumentu dziury i twierdzi się w tym kontekście, że konsekwencją tego argumentu istotnie jest adekwatność relacjonistycznej interpretacji OTW, jednakże nie w wersji Earmana (która ma charakter eliminatywistyczny) lecz w postaci stanowiska nieredukcjonistycznego (Saunders 2003a: 156). Saunders nie uzasadnia jednak dlaczego relacjonizm redukcjonistyczny jest niesatysfakcjonującą opcją interpretacyjną.

Owa nieredukowalność w przypadku stanowiska bronionego przez Saundersa ma, jak się wydaje, dwa sensy. Zgodnie z pierwszym z nich, relacje nie są sprowadzalne, jak u Leibniza,

do własności monadycznych, tj. nie są idealne i jeżeli tylko mają fizyczne znaczenie, jak twierdzi Saunders (2003a: 156), powinny być włączone jako takie do ontologii współczesnego relacjonisty. Centralnym aspektem stanowiska Saundersa jest w związku z tym jego ujęcie PII (2.ii w mojej rekonstrukcji), pozwalające mu rozważać (dynamiczną) indywidualację obiektów niezależnie od własności monadycznych. Saunders (2003a:158), rekonstruuując klasyczną, leibnizjańską PII (zob. podrozdz. 3.1.1) stwierdza, że zakłada się w niej coś, co nazwane jest przez niego „tezą o niezależności” (*independence thesis*). Teza ta głosi, że w pełnym opisie danej rzeczy należy rozpatrywać ją niezależnie od czegokolwiek innego. Żądanie takiego opisu zakłada, że każdą rzeczywiście istniejącą, jednostkową rzecz można odróżnić w sposób *absolutny*. Idzie za tym, jak już wskazywałem, przekonanie, że własności zewnętrzne nie mogą służyć do tego typu odróżniania, ponieważ odnośne własności mogą być egzemplifikowane przez (nieskończenie) wiele możliwych rzeczy, zatem nie mogą służyć do opisu aktualnych indywidualów w aktualnym świecie. Saunders uważa, że relacjonista z konieczności musi uznawać PII i ZRD, ale nie musi uznawać tezy o niezależności. Ta bowiem wymusza przyjęcie mocnej wersji PII, wobec której sformułowano przekonujące kontrprzykłady (zob. podrozdz. 5.2.2), oraz która bazuje wyłącznie na logice zdań podmiotowo-orzecznikowych. W świetle rozwoju logiki związanego z dokonaniem Fregego, możliwe jest jednak osłabienie PII, pozwalające na wykorzystanie jej w odniesieniu do większego zbioru własności niż tylko własności wewnętrzne (*ibid.*: 160). To prowadzi do tezy 3 powyższej rekonstrukcji RN, czyli do uznania, że relacje jako takie mogą służyć do poprawnego identyfikowania indywidualów w rzeczywistym świecie, przy czym indywidualność o której tutaj mowa jest ontologicznie słaba, stwierdzalna jedynie w kontekście relacyjnej struktury.

Drugi sens nieredukowalności w stanowisku Saundersa, związany z tezą 4, odnosi się do punktów przestrzeni i czasoprzestrzeni: nie są one odrzucane z ontologii, jednakże nie traktuje się ich jako niezależnych, dobrze określonych indywidualów: „relacjonizm (...) odrzuca tezę o niezależności i jest diametralnie różny od absolutyzmu. Jest jednak neutralny w odniesieniu do podziału na materię i przestrzeń. W ramach podejścia w którym głosi się równowagę ontologiczną materii i przestrzeni można stwierdzić, że jeśli da się wykorzystać relacje z przestrzenią do indywidualacji materialnych ciał, to z pewnością możemy użyć relacji z ciałami celem indywidualacji części przestrzeni” (*ibid.*: 166–167). Ten pogląd ma się, oczywiście, odnosić także do punktów czasoprzestrzeni ponieważ, jak sądzi Saunders, RN stosuje się zarówno do fizyki przedrelatywistycznej jak i relatywistycznej (*ibid.*: 164, 167).

Zdaniem Saundersa, współczesna PII powinna głosić, że obiekty są numerycznie odróżnialne wtedy tylko, gdy są absolutnie, względnie bądź też słabo odróżnialne (*ibid.*: 162).

Zatem zgodnie z PII Saundersa dwa obiekty mogą być nietożsame, tj. mogą być potraktowane w kontekście indywiduacji poprzez własności obserwowalne (jakościowe) jako odrębne obiekty, *nie tylko ze względu na własności monadyczne*. Uzasadnienie tego poglądu wymaga oczywiście stosownego zdefiniowania pojęcia tożsamości. Saunders w tym kontekście korzysta bezpośrednio z definicji zaproponowanej przez Davida Hilberta i Paula Bernaysa (1968), która popularyzowana była przez Quine'a (1982: 129–133). Punktem wyjścia jest założenie, że dla potrzeb dedukcji w pewnym języku predykatów pierwszego rzędu bez identyczności z ustalonym zbiorem predykatów, definicja tożsamości $x = x$ wyrażona formułą $x = y \rightarrow (Fx = Fy)$ jest formalnie adekwatna. Formuła ta bowiem implikuje podstawialność *salva veritate* – termy posiadające ten sam zbiór desygnatów mogą być wymieniane bez zmiany wartości prawdziwościowej zdania. Definicja tożsamości przyjęta przez Saundersa jest następująca (Saunders 2003a: 161–162). Dla dowolnych termów "x" i "y", $x = y$ zachodzi wtedy tylko, gdy dla wszystkich predykatów jednoargumentowych A , predykatów dwuargumentowych B , predykatów n -argumentowych P spełnione są:

$$(Ax) \leftrightarrow (Ay) \quad (31)$$

$$B(x, u_1) \leftrightarrow B(y, u_1); B(u_1, x) \leftrightarrow B(u_1, y) \quad (32)$$

$$P(x, u_1 \dots u_{n-1}) \leftrightarrow P(y, u_1 \dots u_{n-1}) + \text{permutacje}, \quad (33)$$

razem ze wszystkimi kwantyfikacjami ogólnymi po zmiennych wolnych $u_1 \dots u_{n-1}$ innych od x i y . Formuła dająca podstawialność *salva veritate* ma z tej definicji bezpośrednio wynikać.

Gdy powyższa definicja nie jest spełniona dla dwóch obiektów, to można wówczas stwierdzić, że są one nietożsame. W odniesieniu do niezachodzenia (30), dwa obiekty są nietożsame, gdy posiadają inne własności monadyczne – mówi się wtedy o nich, że są *absolutnie odróżnialne*, tj. jeżeli formuła z jedną zmienną wolną dotyczy tylko jednego obiektu, lecz nie drugiego. Korzystając z absolutnej odróżnialności odtworzyć można mocną PII Leibniza. Przede wszystkim jednak definicja tożsamości Hilberta–Bernaysa umożliwia także *nieabsolutne* formy odróżniania obiektów. W odniesieniu do nieobowiązywania formuły (31), można stwierdzić, że dwa obiekty są nietożsame, gdy są *względnie odróżnialne*. Przykładowo relacja $x > y$ zachodzi dla dwóch odmiennych liczb rzeczywistych, ale niemożliwe jest zamienienie ich kolejnością. W odniesieniu zaś do (32), obiekty są nietożsame, ponieważ mogą być *słabo odróżnialne*. Przyjmijmy, że $B(x, y)$ jest predykatem symetrycznym, tj. $B(x, y) \leftrightarrow B(y, x)$, oraz niezwrrotnym, tj. $B(x, x)$ jest zawsze fałszywe. Wówczas zawsze będzie istniała wartość zmiennej u_1 taka, że $B(u_1, x)$ będzie prawdziwe, zaś $B(u_1, y)$ fałszywe. Z tego wynika automatycznie, że $x \neq y$. Obiekty, które są wyłącznie słabo odróżnialne Saunders nazywa

„referencjalnie nieokreślonymi” – *nie* są one indywiduami o dobrze określonej tożsamości (*ibid.*: 165). Z wersji PII przedstawionej przez Saundersa ma wynikać automatycznie stosowalność ZRD. Referencyjna nieokreśloność działa bowiem tak samo jak pozbawienie punktów czasoprzestrzeni ich pierwotnej tożsamości (*ibid.*: 163). Saunders odróżnia jednak swoje podejście od podejścia Hoefera (podrozdz. 5.2.2), twierdząc, że jego własne stanowisko jest pod tym względem lepiej umotywowane, ponieważ korzysta z zasady logicznej. Hofer PII odrzuca i stąd Saunders formułuje zarzut arbitralności przyjęcia numerycznej odróżnialności punktów jako pierwotnego faktu (*ibid.*: 165). Saunders uważa, że relacjonista musi uznać ZRD, PII (we współczesnej wersji) oraz odpowiednie fizycznie symetrie, natomiast wobec metafory pojemnika może zachować neutralność z tego chociażby względu, że jest ona często nieadekwatna we współczesnych teoriach polowych.

Jak wspominałem, nieredukcjonistyczny charakter relacjonizmu Saundersa łączy się z odrzuceniem tezy o niezależności oraz mocnej PII. W rezultacie fizycznie istotne wielkości nie muszą być sprowadzane do wielkości konkretnych, materialnych ciał, ale są relacyjnymi wielkościami niezmienniczymi pod symetriami określonymi przez ogólną współzmienniczość, zdefiniowanymi w odniesieniu zarówno do pól czy ciał. Lokalizacje czasoprzestrzenne zastąpione zostają lokalizacjami w układach wartości pól fizycznych (*ibid.*: 163; Rickles 2007: 121). Ponieważ te, jak sądzi Saunders, zawsze dopuszczają przynajmniej nieabsolutne postaci PII, można mówić o nich, że są (w interpretacji metafizycznej) pewnego rodzaju rzeczywistymi indywiduami.

Saunders odnosi koncepcję słabej odróżnialności również do relacji punktów różności między sobą oraz do relacji punktów do bytów materialnych. W pierwszym przypadku punkty różności, jeżeli rozważana różność spełnia warunek Hausdorffa, można traktować jako odrębne obiekty ze względu na fakt, że każdy z nich należy w różności do jakiegoś otwartego zbioru rozłącznego i jest to własność, która jest niezmiennicza pod transformacjami dyfeomorficznymi całej różności. Stąd też Saunders stwierdza: „Gdyby niezmienniczość pod dyfeomorfizmami była wystarczająca do tego, żeby traktować dany związek jako rzeczywisty, punkty różności liczyłyby się jako obiekty w świetle PII niezależnie od ich uporządkowania w kontekście pól” (*ibid.*: 164, tł. D. Luty). Należy podkreślić, że na podstawie tego cytatu jasno widać, że Saunders nie traktuje nieabsolutnych koncepcji odróżnialności jako kryteriów istnienia.

W przypadku relacji punktów różności do wartości pól Saunders odwołuje się do metody współrzędnych wewnętrznych Bergmanna–Komara (Bergmann, Komar 1972; Saunders 2003a: 166; Rickles 2007: 124). W przypadkach tych rozwiązań równań pola

Einsteina, w których występuje *niezerowa krzywizna*, można wziąć przynajmniej cztery z czternastu składowych niezmienników ξ_k tensora Riemanna utworzonego z tensora metrycznego. Uzyskane cztery liczby rzeczywiste w czasoprzestrzeniach zakrzywionych będą różne dla poszczególnych punktów rozmaitości M . Wówczas można odnosić pola materialne do konkretnych wartości skalarów Riemanna, przykładowo: „pole ρ przyjmuje wartość λ w punkcie $(\xi_1, \xi_2, \xi_3, \xi_4)$ ” (Saunders 2003a: 166) i w ten sposób słabo odróżnić dany punkt rozmaitości od innych punktów.

Rickles dokonał krytyki stanowiska Saundersa wskazując dwie trudności. Pierwsza z nich dotyczy ograniczonej stosowalności metody Bergmanna–Komara w odniesieniu do różnych teorii fizycznych, nie tylko relatywistycznych:

Gdy zwrócimy się do kwantowych teorii materii i grawitacji napotykamy na problem: materia i pola metryczne będą skwantowane. Jeżeli chcemy indywiduować punkty przy pomocy wartości jakichś pól, wtedy musimy liczyć na to, żeby te pola mogły mieć wartości dobrze określone. Zasadniczo jednak, coś takiego nie występuje w teorii kwantowej. Moglibyśmy uzyskać dobrze określoną wartość odpowiedniej obserwacji, jeżeli dokonalibyśmy pomiaru pola. To wymagałoby stanowiska, głoszącego, że punkty przestrzeni można indywiduować dopuszczając aby cokolwiek, co zostanie do tego celu wybrane, wchodziło w *interakcję* z czymś innym. To jest relacjonizm jeden poziom wyżej niż stanowisko Saundersa. Nie twierdzę, że nic nie dałoby się z nim zrobić, lecz oznacza ono, że jeżeli przyjmiemy, że punkty mają być, na ogół, indywiduowane przez materię czy metrykę, wtedy w przypadkach w których nie zachodzą interakcje, punkty nadal pozostaną nieokreślone (Rickles 2007: 125, tł. D. Luty).

Drugi zarzut Ricklesa głosi, że uzyskane poprzez zastosowanie koncepcji słabej odróżnialności pojęcie „osłabionego” obiektu jest zbyt ogólna i w związku z tym nie pozwala wskazać, jak takie „osłabione” obiekty działają w kontekście teorii fizycznej mającej opisywać rzeczywisty świat (*ibid.*). W moim przekonaniu zarzut ten wiąże się po prostu z wątpliwością dotyczącą ustalenia, co właściwie relacjonista zyskuje dzięki dopuszczeniu możliwości włączenia, w osłabionej postaci, punktów rozmaitości do swojej ontologii oraz czy nieabsolutne koncepcje odróżnialności pozwalają na wyróżnienie relacjonizmu jako takiego. Zauważmy bowiem, że PII może być przyjęta w jakimś wariacie przez substancjalistę, co jest nieodzowne w kontekście OTW, a dynamiczne własności metryczne mogą być wykorzystane do charakterystyki rozumianych substancjalistycznie punktów. Dalej, jak można było stwierdzić w przypadku właściwej wersji substancjalizmu metrycznego Hoefera, daje się skonstruować stanowisko substancjalistyczne, w którym pole metryczne reprezentuje *sui generis* rzeczywisty byt, natomiast punkty rozmaitości mają status zbliżony do fikcji matematycznej. Substancjalizm metryczny wydawałby się wobec tego bardziej relacjonistyczny niż relacjonizm

nieredukcjonistyczny. Zacieranie się różnicy między substancjalizmem a relacjonizmem, jak zasygnalizowałem, jest problematyczne, w związku z czym uważam, że nie da się utrzymać, iż relacjonizm nieredukcjonistyczny jest stanowiskiem istotnie wzmacniającym relacjonistyczne podejście do teorii czasoprzestrzeni typu OTW. Niewątpliwie jednak samo wprowadzenie przez Saundersa koncepcji nieabsolutnej odróżnialności do filozofii czasoprzestrzeni jest bardzo wartościowe.

5.3.4. Relacjonizm minimalistyczny

Ostatnie stanowisko relacjonistyczne, które chciałbym omówić, sformułowane zostało przez Michaela Esfelda i Antonia Vassallego (2016) jako rozumiany w mocny sposób relacjonizm leibnizański. Proponuję nazwać to stanowisko „relacjonizmem minimalistycznym” (RM). Nawiązuje się w nim do argumentu dziury poprzez stwierdzenie, że dostarcza on niebudzących wątpliwości racji na rzecz relacjonizmu i RM ma być (szkicową) najlepszą wersją tego typu poglądu sformułowaną w obliczu przywołanego argumentu. Twierdzi się tutaj, że zasadniczą trudnością innych relacjonizmów jest dopuszczenie zbyt dużej liczby faktów geometrycznych do fundamentalnej ontologii, co upodabnia te stanowiska do substancjalizmów, a zatem mogą również mieć te same problemy (*ibid.*: 4; zob. rozdz. 5.3.1).

RM należy ujmować w kontekście zaproponowanego przez Esfelda i jego współpracowników projektu superhumowskiej interpretacji teorii fizycznych, będącego projektem radykalnie redukjonistycznym ontologicznie, inspirowanym Lewisowskimi koncepcjami superweniencji humowskiej oraz regularystycznego ujęcia praw przyrody (zob. Hugget 2006; Esfeld, Deckert 2018; Vassallo, Deckert, Esfeld 2017). Zgodnie z projektem Esfelda, *jedyne co istnieje* w świecie to punkty materialne, interpretowane na przykład jako cząstki, oraz ich relacyjne konfiguracje. Rozważane obiekty nie mają mieć również żadnych własności wewnętrznych. Ontologia świata fizycznego ma być zatem maksymalnie oszczędna i to w przypadku *dowolnej* teorii fizycznej (zob. Lazarovici 2018: 2). Naturalnie idzie za tym przekonanie, że założenia ontologiczne dotyczące świata fizycznego jako takiego nie powinny zależeć od konkretnego sformułowania danej teorii fizycznej. Części teorii fizycznej wykraczające poza wskazaną charakterystykę ontologii świata fizycznego traktowane są wyłącznie instrumentalnie⁷⁶. W ten sposób zwolennicy relacjonizmu w odniesieniu do teorii

⁷⁶ To, jakie części mają być interpretowane instrumentalnie, zależy od konkretnego stanowiska w ramach projektu superhumowskiej redukcji i od konkretnej teorii (zob. Esfeld, Lazarovici, Lam, Hubert 2015).

czasoprzestrzeni mają być zwolnieni z zarzutu dotyczącego niemożliwości przedstawienia alternatywnej, odpowiadającej ich ontologii wersji formalizmu danej teorii.

Jest jasne, że projekt superhumowskiej redukcji mieści się raczej w nurcie metafizyki apriorycznej niż metafizyki znaturalizowanej: ontologia świata fizycznego bowiem jest z góry określona. Motywację za takim ujęciem można odtworzyć następująco: nie należy bezpośrednio odczytywać ontologii świata fizycznego z teorii, teorie bowiem z czasem są odrzucane. Stąd kryteria dołączania do ontologii świata fizycznego poszczególnych bytów czy kategorii nie powinny odwzorowywać praktyki fizyków teoretyków konstruujących zmatematyzowane teorie fizyczne. Kryteria które natomiast są istotne to, zdaniem Esfelda i Vassallo, kryteria oszczędności oraz spójności (Esfeld, Vassallo 2016: 2).

Projekt Esfelda dotyczy ontologii fizycznej, stąd w stanowiskach w ramach tego projektu należy pogodzić minimalistyczną ontologię z empirycznie adekwatną częścią rozważanej teorii i w kontekście tego celu zakłada się regularystyczne ujęcie praw przyrody. W ujęciu tym twierdzi się, że nie istnieją konieczne związki między faktami w przyrodzie wyrażalne np. w terminach geometrycznych, a jedynie ewoluujące układy materialne składające się z elementów humowskiej mozaiki (zob. podrozdz. 3.1.2). Konsekwencją tego poglądu jest przekonanie, że zbiór skutecznych uogólnień nie może służyć do uchwycenia praw, ponieważ uogólnienia te są zarówno zbyt szerokie (twierdzi się, że większość uogólnień ma charakter przypadkowy) jak i zbyt wąskie (uogólnienia te muszą być jedyną poprawną logiczną formą praw). Przedstawiając to dokładniej niż w podrozdz. 3.1.2, w ujęciu regularystycznym:

rozważa się systemy aksjomatyczne – „systemy dedukcyjne” – które (w koniunkcji z warunkami brzegowymi) mają jako swoje konsekwencje prawdziwe stwierdzenia o poszczególnych faktach. Jeśli zachodzą regularności w sposobie w jaki własności ewoluują, wtedy dostępne będą zbiory aksjomatów, które uchwytują te fakty bardziej skutecznie – bardziej „prosto” – niż zbiór poszczególnych prawdziwych stwierdzeń. Jednakże, ceną za taką prostotę może być to, że nie wszystkie prawdziwe stwierdzenia o faktach będą wynikać z aksjomatów i warunków brzegowych, zatem aksjomaty mogą nie być równie silne co poszczególne stwierdzenia. Zgodnie z [omawianym podejściem – *uzup. D. L.*], aby stwierdzenie miało charakter prawa, musi być konsekwencją zbioru (...) prawdziwych aksjomatów, które jednocześnie maksymalizują siłę oraz prostotę – i nic więcej (Hugget 2006: 42–43, tł. D. Luty).

Obok regularystycznego ujęcia praw przyrody przyjmuje się w RM połączoną z tym ujęciem tezę superwencji humowskiej⁷⁷: „wszystko co składa się na świat to olbrzymia mozaika lokalnych stanów rzeczy jako konkretnych faktów (*local matters of particular fact*) – jedynie małe rzeczy, jedno po drugim” (Lewis 1986b: IX, tł. D. Luty). W projekcie Esfelda mamy do czynienia z radykalizacją tejże tezy. W filozofii Lewisa na lokalne stany rzeczy – tworzące mozaikę humowską - składają się monadyczne własności jakościowe oraz relacje czasoprzestrzenne na których superwenują wszystkie inne stany rzeczy. Esfeld i inni zakładają natomiast, że stany rzeczy tworzone są tylko i wyłącznie przez punktowe ciała oraz czasoprzestrzenne relacje między nimi (Esfeld, Lazarovici, Lam, Hubert 2015: 19–20; Lazarovici 2018: 1). Przedstawiona zostaje zatem czysto „korpuskularna” wersja koncepcji mozaiki humowskiej, co jest kontrowersyjne, ponieważ rodzi podstawowe pytanie: czy interpretacja danej teorii naukowej z perspektywy tego założenia nie jest za bardzo oszczędna i w związku z tym niezdolna do uwzględnienia dobrze potwierdzonych w praktyce badawczej faktów? Do tej wątpliwości wrócę podczas krytyki RM.

Stanowisko Vassallo i Esfelda w odniesieniu do mechaniki newtonowskiej i fizyki ogólnorelatywistycznej jest zatem stanowiskiem radykalnym i redukcjonistycznym. O wybranych przez nich aksjomatach stwierdza się prawdziwość niezależnie od teorii, a standardowe prawa ruchu mają być w konkretnych teoriach konsekwencjami aksjomatów. Aksjomaty przyjęte przez Vassallo i Esfelda są następujące (Vassallo, Esfeld 2016: 1):

Relacjonizm minimalistyczny Aksjomat 1: Istnieją relacje odległości indywiduujące obiekty będące punktami materialnymi.

Aksjomat 2: Punkty materialne są trwałe, zmieniają się jedynie odległości między nimi.

Relacje odległości w kontekście aksjomatu 1 są niezwrótne, symetryczne i liniowe, a dowolne reprezentacje odległości muszą spełniać twierdzenie o nierównościach trójkąta. Inne struktury są już reprezentacyjnie nadmiarowe i nie mogą tworzyć założeń ontologicznych dotyczących świata fizycznego – powinny w związku z tym być jak najprostsze i jak najefektywniejsze. W kontekście aksjomatu 2, nie istnieje czas bez zmiany, jest on jedynie

⁷⁷ Należy zauważyć, że odniesienia tezy superwencji humowskiej do poszczególnych faktów dotyczących konkretnych bytów („mozaiki humowskiej”) nie należy jednoznacznie utożsamiać z jej odniesieniem do praw, omówionym w podrozdz. 3.1.2.

dowolną funkcją monotoniczną parametryzującą sekwencje zmian. Oznacza to, że nie istnieje absolutna metryka czasu, natomiast topologia czasu już jest absolutna.

Jak zauważają autorzy, te dwa aksjomaty mogą wydawać się niemożliwe do pogodzenia z OTW i jej równaniami oraz prawami. Po pierwsze, czterowymiarowość czasoprzestrzeni nie jest arbitralna, czego konsekwencją jest niemożliwość całkowicie dowolnego, lokalnego rozdzielenia czasu i przestrzeni. W związku z tym nie da się w przypadku OTW odtworzyć relacjonistycznego stanu przestrzennej konfiguracji ciał, czego konsekwencją jest niemożliwość zastosowania skutecznej strategii relacjonistycznego opisu czasu, którą efektywnie dla mechaniki klasycznej zrealizował Hugget (2006). Najbardziej adekwatna ontologia czasu dla OTW, przy standardowym podejściu, jest ontologią wszechświata-bloku, zgodnie z którą, fundamentalnie, nie istnieje upływ czasu – czasoprzestrzenne lokalizacje zdarzeń dane są niejako „z góry” (Petkov 2005). Zdaniem Vassallo i Esfelda nie jest to jednak sytuacja pożądana, ponieważ koncepcja wszechświata-bloku kłóci się z empirycznym statusem zmiany. Zwolennicy RM powinni w związku z tym przedstawić wiarygodne racje stojące za uznaniem czterowymiarowej geometrii jako narzędzia reprezentującego ewolucje układów punktów materialnych.

Po drugie, OTW jest teorią polową, co prowadzi do trudności w odróżnieniu stanowiska relacjonistycznego od absolutystycznego/substancjalistycznego, szczególnie ze względu na wspomnianą już przeze mnie podwójną rolę pola metrycznego. Vassallo i Esfeld decydują się potraktować pola jako konstrukty teoretyczne twierdząc, że kontakt empiryczny z polami nigdy nie jest bezpośredni, a zjawiska, do opisu których używane są pola, sprowadzają się do zachowania cząstek materialnych. W związku z tym „pole grawitacyjne jest zaledwie środkiem reprezentacyjnym, które umożliwia nam opis całkowitego ruchu ciał w sposób, który optymalizuje prostotę i zawartość informacyjną dotyczącą ruchu” (Vassallo, Esfeld, 2016: 4). W tym sensie cząstki czy punkty materialne, bądź przynajmniej ciała będące narzędziami pomiarowymi, tworzą ontologię relacjonisty minimalistycznego.

Vassallo i Esfeld podejmują próbę ujęcia równań geodezyjnych oraz równań pola Einsteina z perspektywy RM. W przypadku równania geodezyjnej motywacja jest podobna jak w dynamicznym podejściu do fizyki relatywistycznej, choć, rzecz jasna, RM jako stanowisko skrajnie redukcjonistyczne nie tylko przypisuje geometrii drugorzędne znaczenie, ale również radykalnie ją instrumentalizuje. Ruch geodezyjny jest interpretowany przez Vassallo i Esfelda jako szczególnie prosty schemat w całej historii relacjonistycznej zmiany. Koneksja afiniczna natomiast ujmowana jest jako narzędzie pozwalające na odróżnianie geodezyjnych. Vassallo i Esfeld stwierdzają, że nie jest tak, że w świecie musi istnieć dokładny ruch geodezyjny –

wystarczy bowiem, aby pewien układ z dostateczną precyzją można było opisać przy pomocy równania geodezyjnego. Krzywizna natomiast jest sposobem opisu różnic między swobodnie spadającymi ciałami. W rezultacie struktura metryczna ma w pełni superweniować na geodezyjnym ruchu cząstek, jednakże, jak podkreślają zwolennicy relacjonizmu minimalistycznego, relacja superweniencji nie zachodzi dla jednej trajektorii ruchu, lecz dla wszystkich ruchów geodezyjnych (*ibid.*: 6).

Równania pola Einsteina są trudniejsze do zaadaptowania przez relacjonistę minimalistycznego z tego powodu, że, *prima facie*, nie jest on w stanie odtworzyć wzajemnego związku geometrii i dynamiki materii reprezentowanej przez tensor energii-pędu. To ostatnie wymaga równorzędnego traktowania geometrii i dynamiki, co przecież zwolennik RM odrzuca: geometria ma być zredukowana do dynamiki punktów materialnych. W przypadku mechaniki newtonowskiej zadanie jest uproszczone, bowiem geometria (w postaci absolutnej przestrzeni) jest od dynamiki odseparowana. W związku z tym, Vassallo i Esfeld, na potrzeby argumentacji, podejmują specyficzną próbę symulacji istnienia tła w OTW. Oczywiście, w OTW nie zachodzi sytuacja, w której można apriorycznie założyć określoną geometrię niezależnie od uzyskania danego rozwiązania równań polowych Einsteina. Vassallo i Esfeld jako analogię do klasycznego (newtonowskiego) tła wybierają kosmologiczne rozwiązania równań pola Einsteina, które nie są równaniami pustymi (nie zeruje się w nich tensor energii-pędu) i stwierdzają:

W tym świetle, [równania pola Einsteina – *uzup. D. L.*] reprezentują sposób, w jaki w dowolnym możliwym świecie OTW czasoprzestrzenne struktury opisywane przez jakiś tensor metryczny g_{ab} skorelowane są ze strukturami materialnymi opisywanymi przez tensor energii-pędu T_{ab} . Oznacza to stwierdzenie: w dowolnym możliwym świecie w którym obowiązuje OTW i jest to świat leibnizjańskiej ontologii relacji odległości między rozproszonymi punktami materialnymi, system najlepiej wyznaczający równowagę między prostotą i informacyjnością w odniesieniu do takiego poszczególnego świata jest następujący. Jest to system, w którym dynamika opisuje ewolucję konfiguracji materii na pewnym nieruchomym tle, to jest, konkretnym kosmologicznym rozwiązaniu [równań pola – *uzup. D. L.*] opisującym konkretny świat możliwy OTW. [Równania pola Einsteina – *uzup. D. L.*] nie tworzą wówczas twierdzenia będącego uogólnieniem regularności występujących w poszczególnym świecie. Tworzą uogólnienie trans-światowe: wyraża ono związek między matematycznymi strukturami służącymi do sformułowania geometrii oraz matematycznymi strukturami służącymi do sformułowania dynamiki w dowolnym możliwym świecie, w którym OTW jest najlepszym systemem opisującym zmiany w relacjach odległości między punktami materialnymi (*ibid.*: 7, tł. D. Luty).

Omawiani autorzy zaznaczają, że powyższy pomysł ma jedynie charakter szkicowy i zostawiają możliwość odniesienia RM do OTW jako kwestię otwartą. Istotnie, jako najbardziej radykalna wersja relacjonizmu wśród stanowisk relacjonistycznych omawianych w niniejszej pracy, RM wydaje się jednocześnie najmniej obiecujący, mimo że oszczędna ontologia może wydawać się *prima facie* pociągająca. Ponadto zaletą tego stanowiska niewątpliwie jest to, że w precyzyjny sposób pozwala zachować mocne rozróżnienie na substancjalizm i relacjonizm bez wikłania się w subtelności dotyczące interpretowania podwójnej roli pola metrycznego. Niestety, cena, którą trzeba zapłacić przyjmując RM, nawet w szkicowej postaci, jest moim zdaniem zbyt duża. Relacjonizm minimalistyczny można rozumieć jako próbę uogólnienia bezkrytycznie akceptowanej przez Vassalla i Esfelda, regularystycznej interpretacji mechaniki newtonowskiej na OTW. Jednakże Lazarovici (2018: 5) zauważa, że relacjonizm minimalistyczny w wersji Vassalla i Esfelda nie pozwala na zachowanie empirycznej adekwatności. Przykładowo, jeżeli fakty dotyczące wymiarowości geometrii nie są przyjęte jako fundamentalne, to można wykazać, że n -wymiarowa przestrzeń jest przewidywaniem czysto relacjonistycznej mechaniki klasycznej, co nie wydaje się poprawne (*ibid.*; zob. Belot 2000). Ponadto, w kontekście OTW bardzo problematyczne jest to, że zwolennicy relacjonizmu minimalistycznego nie wskazali dokładnie, w jaki sposób równania pola czy równanie geodezyjne dają się uzyskać z przyjętych aksjomatów.

Rezultatem przedstawionych przez autorów RM analiz jest, jak sądzę, nieintuicyjny wniosek, że modelom kosmologicznym można przypisać wyróżniony status *ze względu na ontologię minimalistyczną*. Nie jest oczywiście tak, że modele te – zwłaszcza współcześnie – nie posiadają wartości poznawczej. Jednakże w zestawieniu z bardziej lokalnymi modelami, istotnymi teoretycznie bądź praktycznie (np. rozwiązanie Schwarzschilda), niekoniecznie muszą być uznawane za wyróżnioną klasę rozwiązań OTW. W przypadku modeli niekosmologicznych, w których, przykładowo, nie przyjmuje się idealizacji w postaci zasady kosmologicznej (zob. Beisbart 2009; Ellis, Maartens, MacCallum 2012: 191), opis sytuacji fizycznych istotnie może być bardziej skomplikowany formalnie niż w modelach kosmologicznych. Należy jednak zauważyć, że rozwój kosmologii, w którym uwzględnia się kolejne dostępne dane astrofizyczne, przyniósł ze sobą postulowanie nowych bytów fizycznych takich jak tak zwana ciemna materia i ciemna energia (Ellis 2003). Poprzestanie jedynie na najprostszych rozwiązaniach kosmologicznych OTW może poważnie ograniczać zdolność radykalnych ontologii typu RM do odnoszenia się do tego typu problemów w fizyce. Niekoniecznie pozwoliłoby to na uwzględnienie odniesienia do zjawisk za pomocą pojęć ciemnej materii i ciemnej energii. W tym sensie, wydaje się, że najczęstsze sposoby używania

OTW oraz klasa modeli kosmologicznych nie muszą łączyć się z konsekwencjami wywiedzionymi z dwóch aksjomatów RM. Sugeruje to, że nie jest możliwe w kontekście fizyki ogólnorelatywistycznej utrzymywanie *łącznie* minimalistycznej, oszczędnej ontologii oraz pożądanej efektywności i empirycznej adekwatności. Uważam w tej sytuacji, że relacjonizm minimalistyczny jest w kontekście OTW stanowiskiem zbyt problematycznym.

5.4. Podsumowanie rozdziału

Argument dziury, wymierzony przeciwko pogładowi, że punkty różniczkowej mają dobrze określoną tożsamość i numeryczną odróżnialność *niezależnie* od dynamicznych struktur czasoprzestrzeni, wymusił z jednej strony modyfikację stanowisk uznających tezę substancjalizmu, z drugiej natomiast stworzył szansę dla stanowisk relacjonistycznych, uznawanych przed argumentem dziury za nieadekwatne w fizyce ogólnorelatywistycznej.

Jak można było zauważyć, stanowiska w których broni się tezy substancjalizmu w odpowiedzi na argument dziury, prowadzą do trudności, tym większych, im silniejszą koncepcję obiektu w odniesieniu do punktów czasoprzestrzeni się w nich przyjmuje. Przykładami są tutaj esencjalizm metryczny Maudlina oraz zmodyfikowane substancjalizmy różniczkowe. Dalsze modyfikacje substancjalizmów różniczkowych, dopuszczające negację pierwotnej tożsamości punktów czasoprzestrzennych (rozumianych jako punkty różniczkowe), okazały się jednak problematyczne ze względu na uwikłanie w Lewisowskie koncepcje odpowiedników i duplikatów. Stanowisko substancjalizmu metrycznego Hoefera wydaje się być najbardziej obiecujące, jednakże generuje ono zasadniczy problem, jaki pojawił się w próbach sformułowania substancjalistycznej odpowiedzi na argument dziury – trudności w odróżnieniu substancjalizmu od relacjonizmu. Jest tak, ponieważ substancjalista, w toku dyskusji wokół argumentu dziury, a zatem w ramach reakcji na zagadnienie indywidualności w filozofii czasoprzestrzeni, zyskał możliwość korzystania z argumentów tradycyjnie należących do arsenału relacjonisty – idzie głównie o akceptację równoważności Leibniza czy argumentowanie z materialności bytu reprezentowanego przez pole metryczne.

Stanowiska relacjonistyczne również zmagają się jednak z poważnymi problemami. Najbardziej radykalna wersja relacjonizmu redukcyjnego – relacjonizm minimalistyczny – zawodzi jako wiarygodna interpretacja OTW. Również wyjątkowo interesujący program algebr Leibniza nie spełnił pokładanych w nim początkowo oczekiwań.

Najmniej problematycznymi wersjami relacjonizmu są relacjonizm nieredukcjonistyczny oraz dynamiczne podejście do fizyki relatywistycznej. W pierwszym przypadku można jednak stwierdzić, że odnośne stanowisko dobrze działa w kontekście STW, natomiast w przypadku OTW można sformułować pewne zastrzeżenia związane z przyjętym ujęciem silnej zasady równoważności. Ponadto, DA można liczyć jako pogląd dotyczący natury czasoprzestrzeni jedynie przy pewnym szczególnym jego odczytaniu. W drugim przypadku, zalety RN wynikają przede wszystkim z możliwości dopuszczenia w pewnej postaci punktów czasoprzestrzeni (jako punktów różnicowości) do ontologii relacjonistycznej. Ostatecznie, nawet zaakceptowanie najprostszych wniosków z argumentu dziury, zgodnie z którymi należy wyeliminować z ontologii świata fizycznego punkty czasoprzestrzeni, nie daje automatycznie efektywnego relacjonistycznego ujęcia OTW, co wymusza kompromis, np. w postaci stanowiska relacjonizmu nieredukcjonistycznego. Tutaj wszakże ponownie korzysta się z odniesienia do bytów, które klasycznie relacjonista chciał uznać za artefakty reprezentacyjne.

Ostatecznie zatem przeniesienie kategorii filozoficznych ze starszego sporu między absolutyzmem/substancjalizmem a relacjonizmem na debatę dotyczącą interpretacji pola metrycznego (czy reprezentuje on *sui generis* byt będący czasoprzestrzenią, czy też jest polem o takim samym statusie ontologicznym co np. pole elektromagnetyczne), wydaje się prowadzić do impasu. Rynasiewicz (1994) stwierdził wręcz, że w kontekście fizyki polowej, w ramach której mieści się również fizyka relatywistyczna, dawny spór Leibniza z Clarkiem jest niemożliwy do odtworzenia. Dawne rozróżnienia są nie do utrzymania w fizyce polowej, a nieadekwatność metafory pojemnika w odniesieniu do OTW powinna być tu mocno podkreślona. Systematyczne, nieoparte na swobodnej decyzji rozstrzygnięcie, która z dwóch interpretacji pola metrycznego jest słuszna, wydaje się zadaniem beznadziejnym ze względu na podwójną jego rolę. Rynasiewicz w związku z tym sformułował negatywny wniosek, że omawiany tradycyjny spór nie może zostać rozstrzygnięty w kontekście OTW, musi natomiast zostać uznany za źle postawiony i w całości odrzucony ze względu na swoją poznawczą jałowość (Rynasiewicz 1994: 434).

Alternatywne podejście, które preferuję, głosi, że spór nie tyle należy anulować, co faktycznie doszło już do jego rozwiązania, nie wszakże z korzyścią dla którejś z rozważanych wersji substancjalizmu bądź relacjonizmu, lecz z korzyścią dla *tertium quid* między tymi rodzinami stanowisk: stanowiska z zakresu ontologii strukturalistycznej. Jeżeli jest to trafne ujęcie sprawy, kluczowe jest teraz maksymalnie adekwatne i przekonujące sformułowanie stanowiska, które może wyrażać, w sposób pozytywny, konsensus w odniesieniu do statusu oraz ich związku z szerszym nurtem realizmu strukturalnego, a w końcu także stanowisko

ontologicznego czasoprzestrzeni. W rozdziałach następnych zaproponuję analizę poszczególnych poglądów z zakresu szeroko rozumianego strukturalizmu czasoprzestrzennego własne.

Rozdział 6

Strukturalistyczna indywiduacja punktów czasoprzestrzeni

W niniejszym rozdziale omawiam stanowiska z zakresu strukturalizmu czasoprzestrzennego, w których proponowane rozwiązania są w dużej mierze niezależne od rozstrzygnięć przedstawianych w OSR. Omówienie to rozpoczynam od charakterystyki teorii ról strukturalnych, pierwotnie rozumianej jako źródło problemów dla stanowisk dotyczących ontologii czasoprzestrzeni. Moim głównym celem jest wykazanie wad danych stanowisk i uzasadnienie w związku z tym przekonania, że bardziej adekwatna strukturalistyczna ontologia czasoprzestrzeni zawarta jest w ramach odpowiedniej wersji OSR.

Jedną z głównych wskazywanych przeze mnie wad jest poleganie na koncepcji strukturalnej indywiduacji sugerującej, że w pewnym szczególnym sensie obiekty mogą być rozpatrywane jako *indywidua*. Rezultatem tych analiz ma być dostarczenie dodatkowych racji na rzecz poglądu, że właściwy wariant strukturalizmu czasoprzestrzennego powinien zawierać koncepcję punktów czasoprzestrzeni jako pewnego typu obiektów nie-indywidualnych (rozdz. 3.3.5). Omawiając poszczególne stanowiska, podobnie jak w przypadku omówienia substancjalistycznych oraz relacjonistycznych reakcji na argument dziury, podkreślam te części analizowanych poglądów, które są, w moim przekonaniu, trafne. Rozpocznę od zasygnalizowanego już wcześniej zagadnienia teorii ról strukturalnych (zob. rozdz. 5.2.2) i jego znaczenia w kontekście ontologii czasoprzestrzeni.

6.1. Problem teorii ról strukturalnych

Opisując możliwe odpowiedzi na argument dziury, Earman wskazał na omówioną już strategię negacji pierwotnej tożsamości punktów, jednakże skupił się na jej konsekwencji, zgodnie z którą punkty pełnią pewne *role strukturalne*. Zdaniem Earmana, dowolne stanowisko, które zakłada teorię ról strukturalnych, nie daje się utrzymać (Earman 1989: 199).

6.1.1. Sformułowanie problemu

Earman twierdzi, że jeżeli dopuszcza się do ontologii obiekty jakiegoś typu, to powinno się dysponować w odniesieniu do nich określoną zasadą indywiduacji, to znaczy numeryczna wielość obiektów nie powinna być założona jako pierwotny fakt. Obiekty mają posiadać zatem dobrze określoną tożsamość. W ujęciu Earmana substancjalista, w świetle argumentu dziury, może przyjąć kilka strategii indywiduacji punktów. Mają to być strategie wykorzystujące PII, ponieważ tylko w ten sposób, w opinii omawianego autora, można odnieść się do faktu, że pole metryczne koduje informacje o własnościach obserwowalnych (jakościowych) punktów⁷⁸. W jednej z tych strategii, PII ma być stosowana nie do poszczególnych indywiduów w obrębie świata bądź transświatowo, lecz bardziej holistycznie, „raczej do całych światów. W tym przypadku zasada [PII] prowadzi do założenia, że izomorficzne światy są identyczne. Indywidua w danym świecie są zatem tymi bytami, które odgrywają taką a taką strukturalną rolę w całościowym układzie rzeczy. Alternatywnie, można uważać, że tożsamość różnego typu indywiduów jest określona przez strukturalne role, które indywidua danego typu odgrywają ze względu na wskazaną listę własności” (*ibid.*: 198, tł. D. Luty).

Earman sądzi, że tożsamość punktów ujęta w ramach teorii ról strukturalnych oznacza przyjęcie poglądu, że tożsamość jest następstwem izomorfizmu (*ibid.*), to znaczy tożsamość obiektu dana jest wyłącznie pod częściowym lub całkowitym przekształceniem izomorficznym. Jeżeli założyć, że tożsamość ma być rozumiana „dosłownie” i nie istnieje dla danego modelu tylko jeden, unikalny izomorfizm, to strukturalne ujęcie tożsamości punktów jest niespójne, co uzasadniać ma następujący argument:

Jeżeli $\psi_1: W \rightarrow W'$ i $\psi_2: W \rightarrow W'$ są stosownymi izomorfizmami, częściowymi bądź całkowitymi, zgodnie z wymogami omawianego poglądu na tożsamość, oraz jeżeli i jest indywiduum w W , to konkluzją jest to, że i jest tożsame zarówno z $\psi_1(i)$ jak i z $\psi_2(i)$. Przechodność tożsamości oznacza, że $\psi_1(i) = \psi_2(i)$, co daje sprzeczność, jeżeli izomorfizmy ψ_1 i ψ_2 są różne. Być może dosłownie rozumiana tożsamość podąża za ψ_1 , lecz nie za ψ_2 . Lecz skoro ψ_2 jest izomorfizmem, niemożność zidentyfikowania odpowiednich indywiduów poprzez ψ_2 oznacza wycofanie się z pomysłu, aby tożsamość i indywiduację rozumieć poprzez role strukturalne, które indywidua odgrywają. Podnosi to problem dotyczący ustalenia, które izomorfizmy określają

⁷⁸ Rzecz jasna, jest to kwestia bardziej skomplikowana, jak przedstawiłem to w rozdziale 5, jednakże Earman w kontekście teorii ról strukturalnych dla punktów czasoprzestrzeni zakłada cały czas przytoczony pogląd na pole metryczne.

tożsamość, a które nie. Trudność tego zagadnienia jest, w mojej opinii, mocną wskazówką, że pogląd, który je wytwarza, jest bardzo niefortunny (*ibid.*: 198–199, tł. D. Luty).

W ramach wersji substancjalizmu Brighouse oraz w substancjalizmie metrycznym Hoefera sformułowano odpowiedzi na powyższy zarzut. Uznano zatem, że problem ten odnosi się do substancjalizmów, w których w jakiś sposób akceptuje się równoważność Leibniza.

6.1.2. Substancjalizm a teoria ról strukturalnych

W ramach swojej wersji substancjalizmu różnicowości, w której akceptacja równoważności Leibniza jest automatycznie tożsama z wykorzystaniem PII dla całych światów (modeli), Brighouse uważa, że możliwość wyboru jednego z wielu izomorfizmów nie jest wystarczającym powodem, aby odwoływać się do niejakościowej indywiduacji punktów różnicowości czasoprzestrzennej. W koncepcji Brighouse (zob. rozdz. 5.2.1) przyjęte są określone rozstrzygnięcia z filozofii Lewisa, stąd rozumie ona możliwe izomorfizmy jako relacje bycia odpowiednikiem w różnych światach możliwych. Taka interpretacja sprawia, że Brighouse może powołać się na kontekstualność relacji bycia odpowiednikiem i stwierdzić w związku z tym, że wybór izomorfizmu jest zależny od kontekstu (Brighouse 1994: 124). Nie jest to końca jasne, na czym ta zależność miałaby polegać. Sama Brighouse zaznacza, iż kontekstualność indywiduacji punktów różnicowości w ramach jej stanowiska pozostaje kłopotliwa, gdy rozpatrywany model jest symetryczny. Mimo to, Brighouse sądzi, że taka sytuacja raczej odpowiada naszym intuicjom, że wybór relacji bycia odpowiednikiem/izomorfizmu między dwoma obszarami z symetrycznych światów jest niedookreślony i nie ma powodu, aby z tego niedookreślenia wywodzić konieczność postulowania istnienia czegoś takiego, jak pierwotna tożsamość punktów (*ibid.*).

Odpowiedź Brighouse jest niesatysfakcjonująca, ponieważ, jak sądzę, nie odnosi się ona do właściwego zarzutu Earmana skutkującego uznaniem teorii ról strukturalnych za niespójną teorię strukturalnej indywiduacji. Brighouse zdaje się traktować zarzut Earmana wyłącznie w taki sposób, że gdyby uznać jego poprawność, to punkty różnicowości czasoprzestrzeni w ontologii substancjalistycznej powinny posiadać pierwotną tożsamość. Ponieważ Brighouse, w świetle koncepcji Lewisa, zakłada czysto jakościową zasadę indywiduacji w kontekście teorii odpowiedników, to trudno traktować kontekstualność jako odpowiedź na fundamentalnie ontologiczny problem dotyczący tożsamości punktów czasoprzestrzeni. Brighouse nie ma możliwości odniesienia się do samej kwestii strukturalistycznego ustalenia tożsamości

punktów, ponieważ relacja bycia odpowiednikiem jest inną relacją niż relacja tożsamości między obiektami. Relacja bycia odpowiednikiem każdorazowo obarczona jest kontekstualnością i niedookreśleniem, jeżeli obiekty porównywane są ze sobą *wyłącznie* ze względu na własności jakościowe. Z tego też powodu relacja bycia odpowiednikiem nie jest izomorfizmem, a sytuacja, w której stwierdza się wielość izomorfizmów, jest odmienna od tej, w której zachodzi wielość relacji bycia odpowiednikiem. Ponieważ Brighthouse nie widzi powodu, aby odrzucać umotywowanie negacji pierwotnych tożsamości punktów samą tylko metafizyką Lewisa, nic dziwnego, że nie dostrzega ona, dlaczego zarzut Earmana może jednak stwarzać problemy dla każdego substancjalisty odrzucającego pierwotną tożsamość punktów. Nie twierdzę, że pogląd Earmana na teorię ról strukturalnych jest słuszny, jednakże uważam, że odniesienie się do niej musi być lepiej uzasadnione.

Do zarzutu Earmana inaczej podchodzi Hofer. Jego odpowiedź ma dwa zasadnicze aspekty: jeden dotyczy numerycznej wielości punktów, drugi zaś związku teorii ról strukturalnych ze stanowiskiem głoszącym negację pierwotnej tożsamości punktów. W pierwszym przypadku stwierdza on, że powód, dla którego Earman traktuje samą negację pierwotnej tożsamości jako coś kłopotliwego, wynika z przyjęcia, że jeżeli dopuszczamy dwa odrębne, jakościowo nieodróżnialne obiekty do substancjalistycznej ontologii czasoprzestrzeni, to jeżeli nie mają być one uznane za jeden obiekt pod inną nazwą, to należy dopuścić *jakaś* zasadę indywiduacji. Hofer natomiast całkowicie odrzuca pogląd, że zasady indywiduacji są konieczne i uważa, że niezależnie od nich możemy w pewnych sytuacjach mówić o określonej numerycznej wielości obiektów pozbawionych pierwotnej tożsamości. Tym samym akceptuje on numeryczną wielość obiektów jako pierwotny fakt. Jeżeli bowiem stwierdzi się, przykładowo, że w danym świecie rozpatrujemy dwa nieodróżnialne obiekty, to niewątpliwie, z założenia, mamy więcej niż jeden obiekt, niezależnie od tego, jak postanowilibyśmy zdefiniować rozróżnienie między nimi (Hofer 1996: 24). To natomiast, w jaki sposób własności obserwowalne są określone na takich obiektach, jest reprezentacyjnie neutralne, skoro jakościowo reprezentacje te są tożsame. Numeryczna wielość punktów bez pierwotnej tożsamości i zasad jakościowej indywiduacji automatycznie pozwala na uniknięcie indeterminizmu związanego z argumentem dziury, natomiast w kontekście zarzutu Earmana dotyczącego teorii ról strukturalnych daje możliwość odniesienia się do zagadnienia tożsamości, inaczej niż w przypadku odpowiedzi Brighthouse.

W przypadku drugiego aspektu omawianej odpowiedzi, Hofer twierdzi, że teoria ról strukturalnych *nie jest* konsekwencją negacji pierwotnych tożsamości punktów. Zgadza się on zresztą, że oparta na tej teorii koncepcja tożsamości punktów jest niespójna i podaje następujący

powód. Przy przyjętym założeniu o numerycznej wielości obiektów jako ontologicznie pierwotnym fakcie, nic nie zmusza w pewnych określonych przypadkach do ustalania tożsamości obiektów poprzez analizę relacji, jakie mogą zachodzić między dwoma światami możliwymi (modelami). Gdy rozważy się w kontekście fizyki czasoprzestrzeni sytuację, w której istnieją dwa modele powiązane transformacją dyfeomorficzną i modele te są jakościowo nieodróżnialne, można stwierdzić, że „chcemy zawsze powiedzieć to samo o modelach 1 i 2 (...): tak naprawdę nie reprezentują one odmiennych światów możliwych i założenie, że mogłyby, oznacza popełnienie błędu przypisania pierwotnej tożsamości (punktom, atomom, czy żelaznym kulom). W odniesieniu do niesymetrycznych modeli utworzonych z dwóch różnych zbiorów punktów różniczkowej, byliśmy gotowi utożsamić punkty w jednym modelu z punktami w modelu drugim poprzez łączącą je transformację dyfeomorficzną. Był to wszakże sposób na stwierdzenie, że dwa matematycznie różne obiekty reprezentują jeden świat i że domniemana różnica tak naprawdę nie istnieje” (*ibid.*: 22).

Poglądy Hoefera dotyczące tożsamości, indywidualności i pierwotnych faktów dotyczących punktów mają jednak wysoce ograniczone zastosowanie. Cała powyższa argumentacja dotyczy wyłącznie punktów czasoprzestrzeni rozumianych *jako punkty różniczkowej*. W ramach substancjalizmu metrycznego, stanowiska, które Hoefer traktuje jako najlepszą dostępną wersję substancjalizmu (podrozdz. 5.2.2), nie uwzględnia się jednakże punktów różniczkowej rozumianych jako fizyczne obiekty. Są one raczej elementami aparatu matematycznego pozwalającego stwierdzać fakty topologiczno-różniczkowe o czasoprzestrzeni, która jest reprezentowana w sensie właściwym poprzez pole metryczne. O ile uważam, że rozwój debaty substancjalizmu z relacjonizmem w stronę sporu o status pola metrycznego jest przejawem rozwoju tejże dyskusji, o tyle w ujęciu Hoefera czyni to jego obronę statusu ontologicznego punktów jako obiektów pozbawionych pierwotnej tożsamości nieco jałową – przynajmniej na gruncie substancjalizmu metrycznego.

Należy ponadto zaznaczyć, że w pewnym sensie, jak sądzę, poglądy Hoefera lepiej się łączą z niektórymi aspektami filozofii Lewisa niż odpowiedź Brighthouse. Dwie reprezentacje *de re* nie mogą reprezentować dwóch różnych światów, jeżeli nie pozwalają one na stwierdzenie żadnej obserwowalnej różnicy. Choć Hoefer nie rozpatruje, w jaki sposób teoria ról strukturalnych mogłaby być poprawna z perspektywy jego stanowiska dotyczącego numerycznej wielości punktów, to łatwo zauważyć, że wielość izomorfizmów nie tworzyłaby w tym kontekście problemu. Dotyczyłaby ona bowiem wyłącznie stwierdzalności, że dwie reprezentacje niezawierające żadnych różnic jakościowych mogą nie przyjmować dokładnie

takiej samej postaci matematycznej. W ten sposób Hoefler mógłby odpowiedzieć na zarzut Earmana, poprzestał jednak jedynie na założeniu pierwotności numerycznej wielkości, czyli czegoś, co Earman przecież na samym początku odrzuca.

Uważam, że odpowiedzi Brighthouse oraz Hoefera na zarzut Earmana nie tyle są nieskuteczne, co po prostu ignoruje się w nich zasadnicze problemy związane z tym zarzutem, tak naprawdę nie rozwiązując ich w sposób łączący się niekontrowersyjnie z uznawanymi przez nich stanowiskami. Warto jednak stwierdzić, że sama koncepcja pierwotnej numerycznej wielkości okaże się wartościowa w kontekście strukturalizmów czasoprzestrzennych. Wymienione powyżej, moim zdaniem niesatysfakcjonujące, odpowiedzi uzupełniają przedstawioną w poprzednim rozdziale krytykę odnośnych stanowisk. Sposoby budowania stanowiska dotyczącego ontologii czasoprzestrzeni, w którym korzysta się pozytywnie z teorii ról strukturalnych dla punktów są, jak uważam, bardziej interesujące.

6.2. Esencjalizm strukturalny Jerzego Gołosza

Stanowiskiem, w którym teoria ról strukturalnych punktów czasoprzestrzeni wykorzystana jest w sposób konstruktywny, jest esencjalizm strukturalny przedstawiony przez Gołosza. Stwierdza się tutaj przede wszystkim, że wskazane przez Earmana niespójności dotyczące koncepcji tożsamości związanej z teorią ról strukturalnych są trudnościami pozornymi. Podstawą propozycji Gołosza jest esencjalizm metryczny, głównie w wersji Bartelsa (zob. podrozdz. 5.1.1).

6.2.1. Strukturalna tożsamość transświatowa

Ogólna charakterystyka stanowiska esencjalizmu strukturalnego ma następującą postać:

Esencjalizm strukturalny

Punkty rozmaitości czasoprzestrzennej są matematycznymi reprezentacjami punktowych lokalizacji fizycznych punktów czasoprzestrzennych. Esencjalnymi własnościami punktów są własności metryczne. Strukturalna transświatowa tożsamość punktów jest koncepcją nieścisłą, nie jest jednak koncepcją niespójną.

Powyższy pogląd dookreślony jest przez Gołosza tak:

Zgodnie z tą koncepcją, punkt rozmaitości p występujący w różnych modelach jest punktową lokacją punktu czasoprzestrzennego i może reprezentować różne fizyczne punkty czasoprzestrzeni tylko ze względu na własności metryczne. Możemy zidentyfikować punkty czasoprzestrzeni w odmiennych modelach jako reprezentujące tę samą fizyczną czasoprzestrzeń, jeżeli mają te same własności metryczne. Stąd, jeżeli mamy dwa dyfeomorficznie powiązane modele $\langle M, g, T \rangle$ i $\langle M, d * g, d * T \rangle$, to powinniśmy utożsamić punkt zlokalizowany w p (mający metryczną własność $g(p)$) w pierwszym modelu z punktem czasoprzestrzeni zlokalizowanym w $d(p)$ (z własnością metryczną $d * g(d(p))d * g(d(p))$) w drugim modelu. Oczywiście, w przypadku modeli z różnymi rozmaitościami $\langle M, g, T \rangle$ i $\langle M', d * g, d * T \rangle$ możemy utożsamić ze sobą ten sam punkt czasoprzestrzeni korzystając z tego samego sposobu – poprzez dyfeomorfizm. Dla esencjalisty metrycznego, takie utożsamienie jest jedynym poprawnym sposobem utożsamienia tego samego punktu w obu modelach jako punktu mającego te same esencjalne (topologiczne, różniczkowe oraz metryczne) własności. Esencjalista metryczny może stwierdzić o tych modelach, że opisują one tę samą fizyczną rzeczywistość z tą samą czasoprzestrzenią, która zawiera te same punkty mające te same własności (Gołosz 2005: 86–87, tł. D. Luty).

Gołosz wskazuje trzy konsekwencje tak rozumianego esencjalizmu metrycznego: i) esencjalista musi zaakceptować równoważność Leibniza; ii) esencjalista musi przyjąć, że fizyczne punkty czasoprzestrzenne nie posiadają pierwotnej tożsamości, ponieważ mogą być ulokowane w różnych punktach rozmaitości oraz ich identyfikację można przeprowadzić wyłącznie *via* dyfeomorfizmy (zdefiniowanych, co należy dodać, w nietrywialny sposób, zgodnie z którym dyfeomorfizmy te zachowują własności metryczne); iii) w świetle wcześniejszych konsekwencji, esencjalista musi przyjąć jako adekwatne ujęcie tożsamości punktów fizycznych teorię ról strukturalnych, ponieważ tożsamość punktów jest *w pełni* zależna od relacji (metrycznych), jakie mają one między sobą.

Gołosz, akceptując strukturalne ujęcie tożsamości punktów, musi pogodzić je z przyjęciem esencjalności własności metrycznych i czyni to odnosząc się najpierw do opisanej przeze mnie istotnej wady stanowiska Bartelsa, polegającej na traktowaniu własności metrycznych jako zarazem własności wewnętrznych i zewnętrznych (*ibid.*: 87). Rekonstruuje krytykę przeprowadzoną przez Gołosza następująco. Własności metryczne zawsze są własnościami relacyjnymi i w związku z tym własnościami zewnętrznymi. Jeżeli zatem fizyczność punktów czasoprzestrzeni w świetle fizyki czasoprzestrzeni zależy od własności metrycznych, to niemożliwe jest sensowne fizycznie rozpatrywanie pojedynczego punktu czasoprzestrzeni. W związku z tym własności metryczne nie mogą być własnościami wewnętrznymi, ponieważ punkty nie mogą ich posiadać w izolacji od innych punktów. Dlatego Gołosz interpretuje własności zewnętrzne jako własności esencjalne, co również może wydawać się kontrowersyjne z perspektywy bardziej konserwatywnej metafizyki, natomiast

jest to, jak się wydaje, mniejszy koszt, niż klasyfikacja jednego typu własności jako zarówno wewnętrznych i zewnętrznych. Esencjalne własności metryczne są zatem czysto zewnętrzne, czyli mają charakter jednoznacznie strukturalny (*ibid.*: 88).

W powyżej zarysowanym kontekście Gołosz akceptuje teorię ról strukturalnych i podejmuje się wykazania, dlaczego jej niespójność jest pozorna. Formułuje on uwagi dotyczące dwóch założeń Earmana, kluczowych dla stwierdzenia wskazanej niespójności: i) twierdzenia, że w odniesieniu do obiektów określonego typu włączanych do ontologii fizycznej musi stosować się jakaś zasada indywidualacji, oraz ii) twierdzenia, że możliwe jest istnienie wielu izomorfizmów dla poszczególnych obiektów. W przypadku pierwszego założenia Gołosz przede wszystkim akceptuje rozstrzygnięcia Hoefera dotyczące numerycznej wielości punktów, a dokładniej: akceptuje to, że do stwierdzenia tejże wielości żadna zasada indywidualacji nie jest konieczna. W przypadku zagadnienia wielości izomorfizmów Gołosz stwierdza, że dla esencjalisty strukturalnego nie musi ona oznaczać porzucenia „dosłownie” rozumianej tożsamości pod warunkiem, że jest to jedynie tożsamość numeryczna, niezależna od analizy tożsamości obiektów w terminach pierwotnej tożsamości czy identycznych własności strukturalnych. Gołosz *explicite* posługuje się terminem „tożsamość numeryczna” (*ibid.*: 88–89), co jest problematyczne, ponieważ bez żadnej zasady indywidualacji założonej dla poszczególnych bytów mówienie o „tożsamości” nie wydaje się trafne. Z kontekstu wynika jednak jasno, że chodzi po prostu o ontologicznie pierwotną numeryczną wielość. Jedynie tego typu rozumienie obiektów esencjalista strukturalny gotów jest zaakceptować w przypadku ujmowania punktów *wewnątrzświatowo*, tj. w obrębie jednego modelu, natomiast teoria ról strukturalnych nie znajduje w tym kontekście zastosowania. Co więcej, zdaniem Gołosza, *wewnątrzświatowa* indywidualacja punktów poprzez przypisanie im ról strukturalnych byłaby dla esencjalisty strukturalnego metafizycznym absurdem (Gołosz 2005: 89), bowiem esencjalista strukturalny będzie twierdził, że teoria ta stosuje się *tylko i wyłącznie* do tranświatowych relacji między punktami. Stąd zwolennik omawianego stanowiska nie musi akceptować wniosku z zarzutu Earmana („*i* jest tożsame zarówno z $\psi_1(i)$ jak i z $\psi_2(i)$. Przechodniość tożsamości oznacza, że $\psi_1(i) = \psi_2(i)$, co daje sprzeczność, jeżeli izomorfizmy ψ_1 i ψ_2 są różne”), ponieważ dwóch obiektów $\psi_1(i)$ oraz $\psi_2(i)$ w świecie W' , mających te same własności strukturalne, nie trzeba uznawać za jeden i ten sam obiekt. Podobnie jest z obiektami i oraz $\psi_2^{-1} \circ \psi_1(i)$ w świecie W (*ibid.*: 88–89).

Gołosz podkreśla, że teoria ról strukturalnych istotnie jest problematyczna, gdy rozpatruje się czasoprzestrzenie symetryczne. Odnośny problem pojawia się jednakże nie ze względu na niespójne konsekwencje, lecz z powodu pewnej ceny, którą trzeba zapłacić przy

akceptowanej tutaj wersji esencjalizmu: transświatowa tożsamość określana ze względu na własności strukturalne nie jest przechodnia w przypadku czasoprzestrzeni symetrycznych. Obiekt i może zostać utożsamiony z obiektem $\psi_1(i)$ albo obiektem $\psi_2(i)$, przy czym, jak zaznaczono powyżej, $\psi_1(i)$ i $\psi_2(i)$ nie mogą zostać utożsamione, bowiem z założenia są one wewnątrzświatowo numerycznie różne (*ibid.*: 89). Gołosz stwierdza wszakże, że jedyne, co można stwierdzić o teorii ról strukturalnych w kontekście omawianego zagadnienia, to niemożliwość sformułowania dzięki niej ścisłej koncepcji tożsamości, co prowadzi do niedookreślenia transświatowej tożsamości w przypadkach symetrycznych czasoprzestrzeni:

Czy ta nieprzechodniość oznacza wysoką cenę do zapłacenia za pojęcie tożsamości strukturalnej? Nie sądzę. Oznacza to jedynie, że teoria ról strukturalnych w odniesieniu do tożsamości nie daje nam ścisłego kryterium indywiduacji, a w przypadku światów symetrycznych nie ma żadnego wyróżnionego sposobu (transświatowej czy transmodelowej) identyfikacji indywiduów. Tożsamość strukturalna nadal jest przechodnia w przypadku transświatowej identyfikacji: jeśli indywiduum i (w świecie W) może być utożsamione z indywiduum $i' = \varphi_1(i)$ (w świecie W') i jeśli indywiduum i' może być utożsamione z $i'' = \varphi_2(i')$ (w świecie W''), to indywiduum i może być utożsamione przez izomorfizm $\varphi_2 \circ \varphi_1$ z indywiduum i'' , gdzie $\varphi_1: W \rightarrow W'$ i $\varphi_2: W' \rightarrow W''$ (*ibid.*, tł. D. Luty)

Stanowisko Gołosza jest o tyle interesujące, że przedstawia on, po pierwsze, możliwe wersje esencjalizmu strukturalnego różnicujące się ze względu na wybór strukturalnych własności esencjalnych innych od własności metrycznych (np. własności afinicznych czy własności rozmaitości (*ibid.*: 92–93)). Po drugie, pokazuje on jaka charakterystyka determinizmu jest kompatybilna z esencjalizmem strukturalnym również w przypadkach, w których wskazane własności esencjalne nie są tylko własnościami metrycznymi. Jedną z istotnych konkluzji rozważań Gołosza jest w moim przekonaniu to, że esencjalizm strukturalny, ogólnie, nie przesądza automatycznie o tym, czy dana lokalna teoria czasoprzestrzeni jest indeterministyczna bądź deterministyczna, natomiast można wykazać, że nie koliduje on z tym, jak dana teoria jest wykorzystywana w ramach praktyki badawczej. Jeżeli nic z tejże praktyki nie sugeruje, abyśmy daną teorię mieli rozumieć jako indeterministyczną, to nasze stanowisko metafizyczne powinno być z odnośną praktyką zgodne (zob. *ibid.*: 95). Ponieważ uważam, że w odniesieniu do dowolnej wersji substancjalizmu główny problem dotyczy nie samej definicji determinizmu, ale twierdzeń metafizycznych dotyczących punktów czasoprzestrzeni (podrozdz. 5.2.1; zob. Hofer 1996: 11), skupiam się przede wszystkim na tego typu twierdzeniach występujących w esencjalizmie strukturalnym.

6.2.2. Ocena esencjalizmu strukturalnego

Stanowisko esencjalizmu strukturalnego pozwala na odrzucenie poglądu, że teoria ról strukturalnych zastosowana do punktów czasoprzestrzeni daje niespójną koncepcję tożsamości, zatem można przyjąć, że transświatowa, strukturalna indywiduacja punktów jest sensowna. Gołosz słusznie uznaje esencjalne własności metryczne za własności czysto zewnętrzne. Chociaż traktuje on wewnątrzświatową indywiduację poprzez własności strukturalne jako coś zbędnego z perspektywy esencjalizmu strukturalnego, to można jednak zadać pytanie, na ile rozpatrywany tutaj esencjalizm rzeczywiście jest konsekwentny. Dokładniej: czy własności wybrane przez esencjalistę strukturalnego jako własności esencjalne czasoprzestrzeni pozwalają coś stwierdzić o punktach niezależnie od dotyczących nich faktów modalnych? Pytanie to wydaje mi się zasadne z tego powodu, że argumentacja Gołosza, służąca do rozwiązania problemu postawionego przez Earmana, spoczywa w dużej mierze na tezie o pierwotności numerycznej wielości punktów, która jest tezą *niezależną* od jakkolwiek rozumianego esencjalizmu.

Jeżeli wszystko, co konstytuuje metafizycznie status punktów czasoprzestrzeni *jako obiektów* to ich pierwotna numeryczna odróżnialność, to nie jest jasne, dlaczego własności metryczne miałyby być esencjalne, skoro *nie są wystarczające do ukonstytuowania wewnątrzświatowej różnicy między punktami*. Struktura metryczna nie powinna bowiem, w świetle konsekwentnego esencjalizmu, być po prostu „rozprowadzona” po numerycznie odróżnialnych punktach bez wpływu na ich tożsamość – inaczej numeryczna wielość punktów staje się trudna do odróżnienia od ujęcia ich jako „nagich substratów”. Jest to jednak podejście nieesencjalistyczne. Jak zasygnalizowałem bowiem, jest to o tyle ważne, że do rozwiązania problemu niespójności teorii ról strukturalnych numeryczna wielość punktów jest dla Gołosza niezbędna. Należy zauważyć, że w swojej argumentacji Gołosz rozpatruje odwzorowania *poszczególnych punktów* na siebie, nie rozważa zaś odwzorowań metryki. W tym sensie wydaje się, że rozpatruje jedynie punktowe wartości metryki, nie ujmuje jej natomiast jako bytu *bona fide* relacyjnego. Akceptacja własności metrycznych jako wyłącznie zewnętrznych i ich esencjalizacja powinna prowadzić do koncepcji esencjalności *całej struktury metrycznej*, nie zaś wartości metryki przyjmowanych w danym punkcie. Tego typu podejście stanowi podstawę strategii interpretacyjnej w następnym analizowanym przeze mnie stanowisku esencjalistycznym (rozdz. 6.3).

Gołosz akceptuje argumentację Hoefera dotyczącą poprawności odrzucenia pierwotnej tożsamości punktów, więc wydaje się, że akceptuje również odrzucenie zasad indywiduacji, w tym, przykładowo, którejś wersji PII. Jest to, jak sędzę, kłopotliwe, ponieważ okazuje się, że dwie motywacje esencjalizmu strukturalnego w wersji Gołosza – stanowiska Bartelsa i Hoefera – są tak naprawdę niekompatybilne. Podstawą pierwszego poglądu jest akceptacja PII w odniesieniu do reprezentacji światów możliwych (modeli czasoprzestrzeni), w związku z czym automatycznie akceptowana jest równoważność Leibniza. W ramach drugiego poglądu głosi się natomiast (Hoefer 1996: 18–19), że nie powinniśmy wiązać naszych założeń ontologicznych z PII. Chociaż Hoefer odnosi tę zasadę do obiektów, można przypuszczać, że nie traktowałby jej jako tożsamej z równoważnością Leibniza.

W związku z powyższymi argumentami, uważam, że główny problem esencjalizmu strukturalnego związany jest z tym, że nie jest do końca jasne, dlaczego właściwie mielibyśmy uznawać esencjalność własności metrycznych, skoro podstawą tego stanowiska jest niezależna od esencjalizmu teza o pierwotnej numerycznej wielości punktów. Przyjęcie przez esencjalistę numerycznej wielości punktów jako pierwotnego faktu nie jest w żaden sposób uprawomocnione jego esencjalizacją własności metrycznych. Z krytycznej analizy rozważań Gołosza można jednak wyprowadzić bardzo ważny wniosek, który okaże się przydatny w analizie przedstawionego przez Christiana Wüthricha argumentu przeciwko wewnątrzświatowemu i strukturalistycznemu ujmowaniu punktów czasoprzestrzeni (rozd. 7.3.2). Wniosek ten, ujęty zwięźle, głosi, że ilekroć mamy metrykę, tylekroć mamy również wielość obiektów, na których jest ona określona. Wniosek ten nie wymaga jednak założenia prawdziwości esencjalizmu. Choć niewątpliwie wewnątrzświatowe i strukturalistyczne ujmowanie punktów wymaga dodatkowych argumentacji, to dopuszczenie go do interpretacji fizyki czasoprzestrzeni pozwala na *całościowo* strukturalistyczne rozumienie obiektów. Przede wszystkim, wewnątrzświatowe ujmowanie związku między obiektami a strukturą nie może dać, jak będę twierdził, dobrze określonych indywiduów, lecz raczej pewien typ nie-indywiduów (rozd. 3.3.5). Stąd też, w moim przekonaniu, pojawiający się w kontekście strukturalistycznego interpretowania obiektów termin „strukturalna indywiduacja” jest mylący, sugeruje bowiem, że mając daną strukturę, możemy ująć obiekty jako osłabione – ale wciąż – indywidua. Zazwyczaj jednak w odniesieniu do pojęcia strukturalnej indywiduacji nie zakłada się mocnego rozróżnienia między indywidualnością, tożsamością, odróżnialnością oraz numeryczną wielością (zob. rozdz. 3.1.1). Przez strukturalną indywiduację rozumie się zatem najczęściej *kontekstualną tożsamość*. Sędzę jednak, że akceptacja wskazanej dystynkcji jest teoretycznie korzystna w ramach ustalenia ontologicznego statusu czasoprzestrzeni jako bytu

strukturalnego. Do uzasadnienia tego przekonania potrzebna jest dalsza analiza pojęcia strukturalnej indywiduacji.

6.3. Minimalny esencjalizm strukturalny Davida Glicka

Kwestia strukturalnej indywiduacji obiektów jest jednym z aspektów zaproponowanego przez Davida Glicka stanowiska minimalnego esencjalizmu strukturalnego (*minimal structural essentialism*, MSE). Jednakże głównym celem zwolenników MSE jest sformułowanie poprawnego metafizycznego wyjaśnienia zasady ogólnej permutowalności, GP (Glick 2016: 209), głoszącej, że każda permutacja P działająca na a bytach w strukturze S sprawia, że $R(a)$ i $R(Pa)$ reprezentują te same stany świata (zob. rozdz. 3.3.4). Ze względu na ten cel, Glick zakłada, że GP można rozumieć w taki sposób, iż permutacje realizowane są na poziomie modeli (reprezentacji), co nie przesądza o profilu indywidualności obiektów danego typu (*ibid.*: 221). Jednakże do adekwatnego, metafizycznego wyjaśnienia GP potrzebna jest, w przekonaniu Glicka, właściwa ontologia obiektów i struktury.

Zatrzymajmy się na chwilę przy trudnościach związanych z GP. Jak zostało to przedstawione, zgodnie z intuicją stojącą za GP, fundamentalne teorie fizyczne są „niewrażliwe” na jednostkowe fakty dotyczące obiektów, do których odnoszą się założenia ontologiczne tychże teorii, w tym na fakty dotyczące tożsamości oraz indywidualności. Ma to dotyczyć zarówno fizyki kwantowej, jak i OTW. Zazwyczaj twierdzi się, że główną racją przemawiającą przeciwko traktowaniu punktów różnorodności czasoprzestrzennej jako fizycznych indywiduów jest argument dziury.

Uzupełniając sformułowane w rozdz. 3.3.4. spostrzeżenia dotyczące ograniczonej stosowalności GP w odniesieniu do OTW, a także różnych typów symetrii wykorzystywanych w kontekście QM i OTW, można stwierdzić, że akceptacja równoważności Leibniza nie daje, w moim przekonaniu, bezpośredniego związku z GP. W konstrukcji dziury Earmana–Nortona h -dyfeomorfizm jest dyfeomorfizmem nietrywialnym, działającym również na metrykę, i z tego względu argumentacja odnosząca się do niego prowadzi do odrzucenia punktów różnorodności z fizycznej ontologii czasoprzestrzeni. Stachel natomiast, formułując GP, abstrahuje od topologicznych i różniczkowych własności różnorodności. Pomija on tym samym, przykładowo, ciągłość czasoprzestrzeni. W rezultacie dyfeomorfizmy można, jak twierdzi Stachel, zinterpretować jako transformacje permutacyjne działające na punktach zbioru (Stachel 2002: 235). Oczywiście, można zapytać, czy takie osłabienie struktury M nie jest zbyt

mocne. Wydaje się, że udzielenie odpowiedzi twierdzącej jest dobrze umotywowane chociażby ze względu na charakter h -dyfeomorfizmu jako przekształcenia ciągłego. Trudno wówczas twierdzić, że akceptacja równoważności Leibniza jest powiązana bezpośrednio z transformacjami permutacyjnymi na zbiorze „nagich” punktów różności. Ten problem, wraz z problemem różnicy między symetriami w QM i OTW, sugerują, co już wskazałem w rozdziale 3.3.4, że GP nie musi być uniwersalną zasadą dla fizyki fundamentalnej. Należy przez to rozumieć, że nie uchwytuje ona: i) zasadniczych różnic fizycznych, ze względu na które obiekty określonych teorii nie są klasycznymi, dobrze określonymi indywidualami; w szczególności ii) różnicy między nie-indywidualnością cząstek i punktów. Na potrzeby rozważań dotyczących samego MSE przyjmę jednak tymczasowo, że GP jest trafna. Należy przy tym stwierdzić, że Glick tak naprawdę zakłada intuicyjne rozumienie GP, zgodnie z którym w fundamentalnych teoriach fizycznych dowolne fakty jednostkowe, dotyczące partykularnych bytów (takich jak cząstki i punkty czasoprzestrzeni), są nieistotne. Glick w związku z tym traktuje równoważność Leibniza jako wyraz obowiązywania GP w OTW. Nie rozpatruje on szczegółów formalnych związanych ze sformułowaniem GP przez Stachela, które *de facto* przypisuje nieskończoną permutowalność wybranym strukturom, co jest, jak już zasygnalizowałem, bardzo mocnym założeniem.

6.3.1. Miejsca esencjalne i teza słabej wystarczalności

Do sformułowania głównej tezy MSE potrzebne jest opisanie rozpatrywanych przez Glicka, innych niż MSE, prób metafizycznego wyjaśnienia GP. Analizuje on kolejno podejścia strukturalistyczne i esencjalistyczne. MSE stanowi syntezę tych dwóch podejść, jednakże ich krytyka ma służyć pokazaniu, w jaki sposób sam MSE może być wolny od wad.

W przypadku podejść strukturalistycznych Glick omawia poglądy Stachela (2002) oraz Caultona i Butterfielda (2012), natomiast gdy idzie o esencjalizm, rozważa koncepcję Maudlina. Glick twierdzi, że odnośne stanowiska zawierają nieskuteczne odpowiedzi na pytanie o adekwatne metafizyczne wyjaśnienie GP. Podejścia strukturalistyczne ocenia on wychodząc od poglądu Stachela, zgodnie z którym GP ukazuje, że „podstawowe elementy tworzące dowolny model Wszechświata (np. cząstki elementarne i punkty czasoprzestrzeni) są indywidualowane całkowicie w terminach relacyjnych struktur; obiekty są zanurzone w strukturach” (Stachel 2002: 249). Glick dostrzega dwie zasadnicze trudności w podejściu Stachela. Po pierwsze, jeżeli ujęcie Stachela ma wyjaśniać GP, to nie jest jasne użycie terminu

„model” w przytoczonym cytacie, skoro GP ma wyrażać tezę dotyczącą relacji między modelami a światem, a nie jedynie sposobu konstruowania modeli (Glick 2016: 212). Po drugie, nie jest jasne, jak Stachel rozumie termin „indywiduacja”. Glick stwierdza, że prawdopodobnie nie ma on tutaj na myśli indywiduacji w sensie metafizycznym, bowiem strukturalna indywiduacja w takim sensie wymagałaby dokładnego określenia, w jaki sposób to struktura *determinuje*, że coś jest takim a nie innym obiektem (*ibid.*: 213). Propozycja Stachela okazywałaby się niewystarczająca, gdy idzie o ustalenie, dlaczego GP miałyby obowiązywać dla danego rodzaju obiektów. Ze względu na brak omówienia pojęcia metafizycznej indywiduacji strukturalnej w stanowisku Stachela, można przyjąć interpretację, że termin „indywiduacja” posiada w nim jedynie znaczenie epistemiczne, dzięki któremu można odróżniać obiekty od siebie. Wówczas jednak nie jest jasne, dlaczego tożsamość obiektów z danej klasy miałyby zależeć od *określonej* struktury, w której są one usytuowane. Zdaniem Glicka, bez dobrze określonej *ontologicznej* koncepcji strukturalnej indywiduacji obiektów pogląd Stachela jest niezupełny (*ibid.*).

Obok stanowiska Stachela, Glick podważa również ujęcie Caultona i Butterfielda, według których GP wspiera „strukturalizm, którego centralną tezą jest to, że jeśli w ogóle istnieje indywidualność, to jest ona ugruntowana wyłącznie w jakościowych własnościach i relacjach” (Caulton, Butterfield 2012: 236). Glick podkreśla, że w stanowiskach strukturalistycznych zawsze odrzuca się koncepcje obiektów odnoszące się do niejakościowych własności (np. *haecceitas*). Nie oznacza to jednakże zgodności ze strukturalizmem wszystkich stanowisk, w których obiekty są rozumiane wyłącznie w terminach własności obserwowalnych (jakościowych) (Glick 2016: 213). Metafizyka strukturalistyczna nie jest metafizyką atomistyczną, ale problem leży w tym, że pogląd Caultona i Butterfielda dopuszcza prawdziwość tezy superweniencji humowskiej (zob. podrozdz. 5.3.4). To, że o bytach można stwierdzić, iż są indywiduami ze względu na jakościowe własności i relacje sprawia, zdaniem Glicka, że z powyższym ujęciem Caultona i Butterfielda kompatybilne są aż trzy opcje dotyczące indywidualności obiektów: (1) indywidua, których indywidualność jest ugruntowana w wewnętrznych własnościach jakościowych; (2) indywidua, których indywidualność jest ugruntowana w zewnętrznych własnościach jakościowych; (3) nie-indywidua. Jak zauważa Glick, opcja (1) jest oczywiście sprzeczna ze strukturalizmem, natomiast ujęcie Caultona i Butterfielda dopuszcza ją jako możliwość (*ibid.*: 214). Stąd Glick stwierdza: „Moja krytyka tych poglądów nie prowadzi do wniosku, że są one błędne – zgadzam się, że jakościowe, strukturalne fakty powinny ugruntowywać indywidualność obiektów w fizyce. Raczej jest tak,

że te poglądy nie dostarczają wystarczających *wyjaśnień* GP. Nie oferują one ujęcia natury rzeczywistości zgodnie z tymi teoriami fizycznymi z których GP wynika” (*ibid.*, tł. D. Luty)

W przypadku stanowisk esencjalistycznych, Glick przywołuje przede wszystkim koncepcję esencjalizmu metrycznego Maudlina (zob. rozdz. 5.1.1). Ze względu na sformułowane w esencjalizmie metrycznym stwierdzenie o fizycznym wykluczeniu modelu utworzonego przez h -dyfeomorfizm Glick uznaje, że odnośne stanowisko nie może służyć jako wyjaśnienie GP. Przedstawia trzy tezy, których esencjalista metryczny nie może utrzymywać łącznie:

- (1) Esencjalizm: punkty czasoprzestrzeni mają określone esencjalne własności (bądź relacje, które sprawiają, że nie można ich wzajemnie wymieniać (...))
 - (2) Odrębność: modele dyfeomorficzne reprezentują odrębne stany rzeczy (...)
 - (3) Możliwość: modele dyfeomorficzne reprezentują możliwe fizyczne stany rzeczy (...)
- (*ibid.*: 215).

Jak zauważa Glick, esencjalista metryczny odrzuca tezę (3), ale zamiast tego odrzucić można tezę (2), uzgadniając w ten sposób esencjalizm z równoważnością Leibniza (Glick nie wspomina, że dokładnie taką strategię zastosował Bartels). Wówczas można twierdzić, że dwa dyfeomorficznie równoważne modele reprezentują ten sam stan rzeczy, stąd, w przypadku modeli h -dyfeomorficznych, utworzony model z konieczności nie może reprezentować odrębnego świata. Glick rozważa również esencjalizm strukturalny, ale przedstawia go inaczej niż zostało to zrobione przeze mnie w podrozdz. 6.1.2: „esencjalizm strukturalny jest uogólnieniem naszkicowanego przed chwilą poglądu. Twierdzi się w nim, że obiekty (w szczególności punkty i cząstki) zajmują swoje miejsca w relacyjnej strukturze esencjalnie. Innymi słowy, częścią natury bycia danym obiektem jest to, że wchodzi on w określone relacje z innymi obiektami” (*ibid.*, tł. D. Luty). Zdaniem Glicka, główny zarzut skierowany przeciwko esencjalizmowi metrycznemu Maudlina stosuje się również do esencjalizmu strukturalnego w powyżej podanej postaci. Zarzut ten głosi, przypomnę, że esencjalista metryczny musi odrzucić prawdziwe, w świetle OTW, zdania kontrfaktyczne, zgodnie z którymi w danym punkcie czasoprzestrzeni krzywizna mogłaby być inna, jeżeli w jego pobliżu znalazłaby się dodatkowa masa.

Glick twierdzi, że źródłem problemów obu wersji esencjalizmu jest to, że zgodnie z tymi stanowiskami, obiekty nie mogą zajmować miejsc w odrębnych strukturach, tj. interpretowane esencjalistycznie własności zewnętrzne uniemożliwiają rozpatrywanie danych obiektów w kontekście innych relacyjnych struktur. Zaproponowane rozwiązanie głosi, że GP dotyczy jedynie przypadków, w których odmienne reprezentacje (modele) mają tę samą

strukturę (*ibid.*: 217). W związku z tym, do wyjaśnienia GP wystarczy założenie, że miejsce danego obiektu w strukturze jest ustalone, gdy dana struktura jest fizycznie *zaktualizowana*. To właśnie zakłada MSE, którego główna teza przyjmuje następującą postać:

Minimalny esencjalizm strukturalny Dla dowolnej relacyjnej struktury S i dowolnego obiektu a usytuowanego w S , a posiada miejsce w S esencjalnie ilekroć S aktualnie występuje (Glick 2016: 217, tł. D. Luty).

MSE jest zatem stanowiskiem strukturalistycznym, ponieważ holistycznie rozumiana struktura (*ibid.*: 208) odgrywa nieusuwalną rolę w fundamentalnym opisie świata, natomiast obiekty określonego rodzaju są tym, czym są, wtedy tylko, gdy zajmują określone miejsce w danej strukturze, będąc zatem „miejscem esencjalnym” (*ibid.*: 222). W przypadku OTW, zgodnie ze stanowiskiem Glicka, punkt p musi zajmować swoje miejsce w określonej strukturze czasoprzestrzennej S . Jeżeli struktura geometryczna świata jest inna, dany punkt może istnieć bądź nie – Glick deklaruje, że możliwość transświatowej identyfikacji punktów jest kompatybilna z minimalnym esencjalizmem strukturalnym, lecz nie pokazuje, w jaki sposób. Deklaracja ta jest ważna z tego powodu, że odnośna możliwość jest nieodzowna w poradzeniu sobie zwolennika dowolnego esencjalizmu czasoprzestrzennego z sytuacjami kontrfaktycznymi, o których była mowa w krytyce stanowiska Maudlina.

W przekonaniu Glicka z MSE wyłania się koncepcja (fizycznie fundamentalnych) obiektów, zgodnie z którą są one *strukturalnymi indywiduami*. W przypadku omawianego stanowiska koncepcja ta ma nie wpadać w trudności, które pojawiły się w podejściu Stachela do GP, bowiem Glick *explicite* stwierdza, że struktura *świata*, nie zaś klasy modeli, tworzy warunki tożsamościowe dla obiektów (*ibid.*: 221). Strukturalna tożsamość, w przeciwieństwie do esencjalizmu strukturalnego Gołosza, w którym określa się ją transświatowo⁷⁹, ustalana jest wewnątrzświatowo ze względu na *zajmowanie miejsca w określonej strukturze*, a to rozumiane jest jako własność esencjalna. Glick stwierdza w związku z tym, nawiązując do definicji indywiduum sformułowanej przez Lowe’a (zob. rozdz. 3.1.1), że

strukturalne indywidua różnią się istotnie na wiele różnych sposobów od tradycyjnych indywiduów.

Na przykład (dla strukturalnych indywiduów – *dop. D. L.*) Leibnizowska zasada tożsamości

⁷⁹ Transświatowa identyfikacja punktów jest w kontekście minimalnego esencjalizmu strukturalnego pozostawiona jako możliwość, z którą to stanowisko nie jest sprzeczne. Nie wydaje się zatem, aby tego typu tożsamość była centralna dla odnośnego stanowiska.

nieodróżnialnych (PII) zawodzi, jeżeli sformułuje się ją w zwyczajny sposób: $\forall F[(F(x) \leftrightarrow F(y) \rightarrow (x = y))]$, gdzie F przyjmuje jako argument elementy zbioru własności, a x i y są obiektami. (...) Jednakże, jeżeli będziemy rozumieć argumenty F jako miejsca w strukturze, a nie jako własności, zasada Leibniza będzie obowiązywać dla indywiduów strukturalnych. A zatem uzyskujemy zaskakujący rezultat. Jeśli MSE jest najlepszym wyjaśnieniem GP w QM i OTW, wtedy podstawowe obiekty tych teorii są indywiduami w sensie Lowe'a – aczkolwiek są one indywiduami strukturalnymi, dla których PII (w tradycyjnym sformułowaniu) zawodzi (*ibid.*).

Aby ukazać, w jaki sposób MSE ma pozwalać na satysfakcjonujące wyjaśnienie GP, Glick proponuje stosowną do tego celu analizę pojęcia „esencjalności” wykorzystanego w charakterystyce tegoż stanowiska. Tezę esencjalizmu Glick wyraża tak:

$$\Box \forall x(x = a \rightarrow Pa). \quad (34)$$

Formułę tę Glick interpretuje jako stwierdzenie, że w każdym świecie w którym występuje pewien obiekt a , z konieczności ma on określone własności esencjalne P (*ibid.*: 217). Uważa on, że tak rozumiana teza esencjalizmu wystarczy do realizacji jednego z celów esencjalizmu metrycznego, jakim jest odparcie argumentu dziury (niezależnie od innych trudności odnośnego stanowiska). Jest ona jednakże, jak Glick stara się wykazać, bezradna w obliczu opracowanej przez siebie, zmodyfikowanej wersji argumentu dziury, którą nazywa on „argumentem kreta” (*mole argument*⁸⁰). Glick proponuje, abyśmy rozważyli sytuację, w której punkt (rozmaitości) r zostaje „podstawiony” – jest „kretem” – w miejsce punktu p , oraz w której model \mathcal{M} z punktem p jest równoważny modelowi $m\mathcal{M}$ z punktem r . Jeżeli dane przekształcenie modelu \mathcal{M} w model $m\mathcal{M}$ jest przekształceniem zinterpretowanym aktywnie, tj. takim, które powoduje odmienne rozprawienie relacji metrycznych na punktach rozmaitości, otrzymujemy wówczas dwa odmienne i nieodróżnialne modele, których esencjalista nie może utożsamić mimo tego, że akceptuje równoważność Leibniza.

Co wystarczy do tego, aby $m\mathcal{M}$ nie dało się interpretować jako odmiennego modelu? Jako odpowiedź na to pytanie Glick proponuje *tezę o wystarczalności*:

$$\Box \forall x(Px \rightarrow x = a). \quad (35)$$

⁸⁰ Uwaga translatorska: zdecydowałem się na dosłowne tłumaczenie angielskiego słowa „mole” („kret”), ponieważ pozwala ono zachować wybrany przez Glicka sens odnośnego słowa – „kret” ma oznaczać kogoś „podstawionego”, będącego pozornie częścią grupy; w rzeczywistości jednak osoba ta udaje i działa w interesie innym niż danej grupy. Takie tłumaczenie gubi jednak, oczywiście, rym między słowami „mole” i „hole”.

Teza ta głosi, że cokolwiek ma te same własności lokalizacyjne (miejsce w strukturze) co punkt p , musi zostać utożsamione z p . Założenie (35) pozwala zatem na uniknięcie argumentu kreta, jednakże prowadzi do innego problemu. Glick twierdzi, że istnieją modele symetrycznych czasoprzestrzeni, w których różne punkty mają te same własności lokalizacyjne; jednakże w świetle (35) numeryczna różnica między punktami o tych samych własnościach lokalizacyjnych jest niemożliwa. Glick niestety bardziej szczegółowo nie opisuje czasoprzestrzeni do których się odnosi w powyższym argumencie, uznaje on go jednak za wystarczający, aby nie zakładać (35).

W świetle powyższych rozważań, Glick proponuje, aby w przypadku MSE założyć tezę, którą nazywa *tezą o słabej wystarczalności* (*ibid.*: 218):

$$\Box(\exists x(Px) \rightarrow Pa). \quad (36)$$

Powyższą formułę należy interpretować tak: z konieczności, jeżeli jakikolwiek punkt posiada własności lokalizacyjne punktu p w danej strukturze, to p posiada je również. Glick rozwija to następująco: jeżeli dana struktura jest zrealizowana w świecie, to z konieczności elementy pewnej klasy obiektów zajmują określone miejsca w tej strukturze – mogą one zajmować miejsca w różnych strukturach, ale w przypadku danej, określonej struktury, która wystąpiła w świecie, mogą zajmować tylko miejsca dla nich esencjalne (*ibid.*: 219). Glick założył, że GP dotyczy relacji między modelami a światem. Twierdzi on w związku z tym, iż, przykładowo, gdy mamy dwie różne matematyczne reprezentacje, to mogą one odnosić się do tej samej czasoprzestrzeni, jeżeli tylko w obu przypadkach ma ona identyczną strukturę. W tym sensie argument dziury nie stanowi problemu dla MSE, ponieważ w stanowisku tym akceptuje się, że relacja reprezentacji jest relacją wielu do jednego. Nie pojawiają się również trudności związane z esencjalizmem metrycznym, bowiem model utworzony przez h -dyfeomorfizm nie jest traktowany jako fizycznie niemożliwy.

W przekonaniu Glicka założenie (36) oraz zaakceptowanie wyjaśnień dołączonych przez niego do odnośnej formuły pozwala utrzymywać adekwatną wersję esencjalizmu (w postaci koncepcji miejsc esencjalnych w strukturze), która nie implikuje ani trudności związanych z argumentem dziury ani z argumentem kreta, a zatem jest autentycznie zgodna z równoważnością Leibniza. Stąd, w odpowiedzi na pytanie „dlaczego GP obowiązuje dla OTW?” Glick odpowiedziałby, że jest tak, ponieważ adekwatną metafizyką fundamentalnych bytów fizycznych jest metafizyka zawarta w MSE. Należy również zauważyć, że w stosunku do stanowisk Maudlina oraz Bartelsa, MSE jest bardziej oszczędny ontologicznie, ponieważ do rozwiązania problemów związanych z podejściem esencjalistycznym nie wymaga założenia

teorii odpowiedników. Jest również mniej kontrowersyjny, ze względu chociażby na nieprzypisywanie relacjom metrycznym podwójnego statusu własności zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych.

W mojej ocenie sposób ujęcia przez Glicka wewnątrzświatowej strukturalnej indywiduacji obiektów fizyki fundamentalnej jest ważną propozycją, ponieważ wskazuje na możliwość pełniejszego strukturalistycznego ujęcia ontologii świata fundamentalnego, bez skupiania dyskusji wyłącznie na faktach modalnych przy uzasadnianiu esencjalistycznego podejścia do ontologii czasoprzestrzeni. Uważam jednak, że stanowisko Glicka jest problematyczne właśnie ze względu na ów aspekt esencjalistyczny. Jak zauważa sam Glick, warunek słabej wystarczalności dopuszcza sytuację, w której, przykładowo, dla w pełni symetrycznej czasoprzestrzeni, gdzie nic nie pozwalałoby na odróżnienie od siebie miejsc w strukturze, dwa punkty można zamienić miejscami tworząc tym samym nową strukturę, nieodróżnialną od struktury wyjściowej. Jest to tym bardziej kłopotliwe, ponieważ sytuacja ta dotyczy struktury na poziomie świata, nie zaś kwestii równoważnych, lecz jedynie formalnie odmiennych reprezentacji tejże struktury⁸¹. Glick stosuje w związku z tym manewr, który już wykorzystał Maudlin – twierdzi mianowicie, że czasoprzestrzenie symetryczne są „nierzeczywiste w naszym świecie” (*ibid.*: 219), bądź są po prostu idealizacjami (*ibid.*: 224).

6.3.2. Problemy

Chociaż koncentruję się na ontologii OTW, to jednak pierwszy zarzut, który chciałbym sformułować, dotyczy tego, jak z perspektywy MSE ujmuje się miejsce GP w QM. Ze względu na traktowanie przez Glicka GP jako zasady dotyczącej związku między modelami a światem, prezentuje on obraz, w którym permutacje dokonywane są w ramach modelowania układów cząstek elementarnych (*ibid.*: 221). Jednakże, jak bliżej wskazałem w krytyce samej GP, o symetriach permutacyjnych mówimy w odniesieniu do danego stanu; symetrie te są matematycznym wyrazem *nieodróżnialności* cząstek elementarnych określonego rodzaju, co jest faktem empirycznym. W moim przekonaniu trudno traktować symetrie permutacyjne jako jedynie aspekt modeli w QM, natomiast cząstki elementarne jako byty mające rzeczywiście dobrze określone warunki tożsamościowe, nawet jeżeli tylko strukturalne.

⁸¹ Właściwy argument przeciwko wewnątrzświatowej i strukturalistycznej charakterystyce obiektów w kontekście symetrycznych czasoprzestrzeni pierwotnie został sformułowany przeciwko MOSR. Argument ten szczegółowo omawiam w podrozdziale 7.3.2.

Drugi proponowany przeze mnie zarzut związany jest z powodem wykluczenia symetrycznych modeli czasoprzestrzeni ze zbioru modeli adekwatnie reprezentujących świat. Niewątpliwie w rzeczywistym świecie w makroskali nie ma jednorodnego rozkładu materii, zaś symetryczne modele czasoprzestrzenne są idealizacjami. Można jednak uznać, że tego typu stwierdzenie nie tworzy w odniesieniu do podstaw fizyki matematycznej silnego argumentu. Reprezentacje czy pojęcia występujące w fizyce matematycznej mają *na ogół* charakter idealizacyjny, by podać chociażby banalny przykład punktu materialnego z mechaniki klasycznej. Stąd argument esencjalistów odwołujący się do idealizacyjnego charakteru danej reprezentacji ma, moim zdaniem, zbyt szeroki zasięg – może dotyczyć czegokolwiek, co w fizyce matematycznej kłóci się z założeniami akceptowanymi przez danego metafizyka. Stąd, jak się wydaje, tego typu argumentacja ma arbitralny charakter. Ponadto, nie jest tak, że symetryczne czasoprzestrzenie są zbędne w naukowej praktyce badawczej. Przykładowo, odgrywają one istotną rolę w relatywistycznych modelach kosmologicznych, które pozwalają na empirycznie adekwatne wyjaśnienia dotyczące takich zjawisk astrofizycznych jak kosmiczne promieniowanie tła czy przesunięcia ku czerwieni odległych galaktyk (zob. Stephani *et al.* 2003; Mukhanov 2005).

Po trzecie, sposób zablokowania argumentu dziury w ramach MSE sugeruje, że punkty czasoprzestrzeni rozumiane są tutaj wyłącznie jako punkty różniczkowalnej. Częścią oferowanego rozwiązania problemu esencjalizmu metrycznego ze zdaniem kontrfaktycznym jest tu przyjęcie, że punkty zajmują miejsca w strukturze geometrycznej ilekroć ta struktura wystąpi, co z kolei sugeruje, że strukturę tę można określić jako mającą charakter kontyngentny. Pojawia się w związku z tym trudność – strukturalne własności esencjalne okazują się być przygodnie uwarunkowane. Należałoby, jak sądzę, stwierdzić, iż Glick, motywując MSE ujęciem modeli czasoprzestrzeni jako zbioru punktów na którym można działać przekształceniami permutacyjnymi, być może niewystarczająco dopracował swoje ujęcie struktury metrycznej. W związku z tym pewną strategią zwolennika MSE mogłoby być sformułowanie koncepcji esencjalnej struktury obejmującej strukturę metryczną w sposób dokładniejszy i nie powodujący powyższego problemu.

Jak sądzę, możliwej strategii tego typu można szukać w propozycji Tomasza Bigaja (2017). Zaproponował on interesujące rozwinięcie esencjalizmu strukturalnego, w którym przedstawił, między innymi, niestandardowe ujęcie transformacji symetrycznych. Poprzestane jedynie na ogólnej rekonstrukcji jego podejścia w kontekście wskazanego problemu. Bigaj proponuje, aby pole metryczne traktować jako wyznaczające strukturę esencjalną. Dyfeomorfizmy zachowujące *esencjalną strukturę* i działające wyłącznie na pole metryczne g

nie mogą być dowolne. Przykładowo, dyfeomorfizm taki, że $(M, g, T) \rightarrow (M, d * g, d * T)$ nie może być wykorzystany przez esencjalistę, ponieważ rozważana transformacja nie zachowuje wyłącznie struktury esencjalnej kodowanej przez g . W kontekście czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych oznacza to interpretację (M, g) jako struktury esencjalnej, zaś (M, T) jako struktury kontyngentnej. Dzięki temu możliwe jest dopuszczenie nietrywialnej transformacji, takiej, że $(M, g, T) \rightarrow (M, d * g, T)$. Innymi słowy, możemy „przesuwać” strukturę esencjalną względem struktury kontyngentnej (Bigaj nie rozważa, na ile jest to fizycznie realistyczne sytuacja). Takie dwa modele jednakże *zazwyczaj* nie będą izomorficzne, ponieważ dowolność w „przesuwaniu” esencjalnej struktury metrycznej sprawia, że zbiory punktów z tymi samymi własnościami metrycznymi mogą mieć odmienne wartości tensora energii-pędu (*ibid.*: 23). Uważam, że modyfikacja ujęcia struktury metrycznej w MSE w sposób zgodny z podejściem Bigaja nie jest dostępną opcją dla zwolennika MSE przede wszystkim dlatego, że musiałby on zaakceptować, że przekształcenia struktury esencjalnej nie są redukowalne jedynie do symetrii permutacyjnych, co było istotną motywacją dla MSE ze względu na GP. Nawet jeżeli Glick *de facto* akceptuje jedynie intuicyjne brzmienie GP, to jednak przytoczył on bez żadnych wątpliwości sformułowanie tej zasady zaproponowane przez Stachela. Mając na uwadze wszystkie trzy zarzuty, uważam, że MSE jest stanowiskiem zbyt problematycznym i twierdzę, że główną przyczyną tego stanu rzeczy jest esencjalistyczny komponent tego stanowiska.

6.4. Czasoprzestrzenny realizm strukturalny

Zostały również sformułowane stanowiska strukturalistyczne, w których nie zakłada się jakiegokolwiek postaci esencjalizmu i które nie są związane z OSR, względnie inspirowane są nim w małym stopniu. Pierwszym stanowiskiem tego typu, które chciałbym omówić, jest *czasoprzestrzenny realizm strukturalny* (dalej: CRS) zaproponowany przez Mauro Dorato (2000; 2008). Wychodzi on od rozważań Rynasiewicza dotyczących niemożliwości utrzymania klasycznej dychotomii absolutyzmu i relacjonizmu ze względu na to, że wymaga ona jednoznacznego podziału na „pojemnik” (klasycznie: przestrzeń) oraz „zawartość pojemnika” (klasycznie: ciała). W kontekście OTW trudność w dokonaniu podziału zgodnego z metaforą pojemnika przejawia się przede wszystkim w tym, jak należy interpretować pole metryczne. Dorato skupia się na dwóch wersjach substancjalizmu (substancjalizmie różnorodnościowym scharakteryzowanym przez Earmana i Nortona oraz substancjalizmie metrycznym Hoefera),

a następnie stwierdza, że różnica między tymi dwoma wersjami jednego stanowiska wskazuje jasno na to, jak trudno w przypadku fizyki relatywistycznej jednoznacznie i niekontrowersyjnie sformułować filozoficzny problem związku między czasoprzestrzenią a materią, który w ramach klasycznego sporu między Leibnizem a Clarkiem określony był jasno. Jak sądzi Dorato, pytanie o wybór między dwoma substancjalizmami wiąże się bezpośrednio z tym, że OTW, podobnie jak QM, również potrzebuje pewnej interpretacji (*ibid.*: 1608; zob. Belot 1996: 81–83).

Można wskazać dwie wersje CRS. Poglądy Dorato niewątpliwie uległy zmianie, choć w obu przypadkach jego stanowiska są strukturalistyczne. Nawiązania do OSR mają charakter inspiracji (Dorato 2000: 1613; 2008: 18), jednak Dorato akceptuje dużą część krytyki, z jaką spotkał się sam OSR w wersji eliminacyjnej (Dorato 2000: 1623; 2008: 20–21). Dorato nie wykorzystuje koncepcji metafizycznego niedookreślenia (zob. rozdz. 3.1) w żadnej z wersji CRS. Proponuję jednak, by przedstawić różnicę między dwoma wersjami odnośnego stanowiska wykorzystując właśnie tę koncepcję, mimo wszystkich jej trudności. Przyjmę, w kontekście CRS, że niedookreślenie metafizyczne OTW ze względu na podwójny status pola metrycznego nie pozwala rozstrzygnąć, która z przedstawianych dla niej dwóch przeciwnych interpretacji metafizycznych – substancjalistyczna bądź relacjonistyczna – jest bardziej adekwatna, stąd potrzebne są dalsze kroki interpretacyjne, których celem jest ustalenie tego, co wspólne dla obu metafizycznych obrazów i zbudowanie na tej podstawie adekwatnego stanowiska pośredniczącego⁸². Odmienna wersja CRS zostanie uzyskana w zależności od tego, czy przewyciężenie niedookreślenia metafizycznego OTW będzie rozumiane jako sformułowanie stanowiska, w którym: a) występują komponenty stanowiska substancjalistycznego oraz relacjonistycznego, albo b) nie występują żadne komponenty stanowisk substancjalistycznych i relacjonistycznych. W rezultacie pierwsza opcja jest propozycją syntezy dwóch klasycznych podejść, druga opcja jest propozycją stanowiska nie będącego ani tym, ani tym. Pierwsza opcja związana jest z wersją CRS którą oznaczę jako CRS1. Drugą wersję CRS zapisywać będę jako CRS2 – w niej realizowana jest druga z wymienionych wyżej opcji.

⁸² Zachodzi różnica między koncepcją metafizycznego niedookreślenia używaną przez Frencha a przedstawionym tutaj ujęciem, ponieważ w pierwszym przypadku niedookreślony jest wybór między obrazami obiektów ze względu na ich profile indywidualności, natomiast w przypadku niedookreślenia między substancjalizmem a relacjonizmem należałoby stwierdzić, że niedookreślony jest fakt, czy do ontologii fizycznej należy w ogóle dopuszczać obiekty pewnego rodzaju (punkty) czy też nie.

6.4.1. Struktura egzemplifikowana

Mauro Dorato (2000: 1613) proponuje charakterystykę CRS1 nawiązując⁸³ do poglądów Howarda Steina (1967). W przypadku CRS1 punkt wyjścia związany z myślą Steina odnosi się do następującego, wyrażonego przez niego poglądu: „Jeżeli rozróżnienie między układami inercjalnymi a tymi, które inercjalne nie są, jest dystynkcją, która ma rzeczywiste zastosowanie do świata, to jeśli (...) struktura rzeczywiście ukazuje się w jakimś sensie w świecie składającym się ze zdarzeń (*world of events*) i jeżeli ta struktura może być prawomocnie uznana za Newtonowskie ‘absolutną przestrzeń i absolutny czas’, wtedy pytanie o to, czy ta struktura ‘rzeczywiście istnieje’ (gdy pytanie to jest dodatkiem do charakterystyki świata przedstawionej przed chwilą), wydaje się nadmiarowe” (Stein 1967: 193, tł. D. Luty). Dorato formułuje zatem główną tezę CRS1, do omówienia której wrócę niebawem:

CRS1 „Stwierdzić, że czasoprzestrzeń istnieje, oznacza po prostu, że fizyczny świat egzemplifikuje (...) sieć czasoprzestrzennych relacji, które są opisane matematycznie” (Dorato 2000: 1615).

CRS1 należy odczytywać jako *syntezę* substancjalizmu z relacjonizmem. Zgodnie z intuicją, jaka stoi za tym podejściem, „czasoprzestrzenny realizm strukturalny jest zgodny z [relacjonizmem] gdy idzie o głoszenie relacyjnej natury czasoprzestrzeni, lecz zarazem twierdzi się w nim podobnie jak w substancjalizmie, że czasoprzestrzeń istnieje, przynajmniej częściowo, niezależnie od konkretnych fizycznych obiektów i zdarzeń, gdzie ‘niezależność’ wiąże się z pytaniem o to, na ile geometryczne prawa istnieją ‘ponad’ fizycznymi zdarzeniami egzemplifikującymi te prawa” (Dorato 2000: 1607–1608). Sposób, w jaki CRS1 różni się od relacjonizmu, polega zdaniem Dorato na tym, że relacjonista może (choć nie musi) traktować swoje stanowisko jako wersję antyrealizmu w stosunku do struktury czasoprzestrzennej (*ibid.*: 1615). CRS1 natomiast nie pozwala na uwzględnienie takiej możliwości. Od szeroko rozumianego substancjalizmu omawiane stanowisko ma się różnić następująco. Najmocniejszym argumentem na rzecz uznawania czasoprzestrzeni jako substancji, jak stwierdza się w tym kontekście, ma być argument przyczynowy, zgodnie z którym czasoprzestrzeń nie jest bierną „areną” zdarzeń, ale dynamicznie wpływa na ruch materii (zob. np. Wheeler 2010: 235). W ramach CRS1 odrzucenie substancjalistycznej interpretacji

⁸³ W zależności od tego, którą wersję CRS się rozpatruje, poglądy Steina poddane są odmiennej interpretacji.

czasoprzestrzeni przy jednoczesnym przypisaniu jej własności przyczynowych realizowane jest następująco:

Poprzez wykorzystanie struktury czasoprzestrzennej jako narzędzia eksplanacyjnego i poprzez ogłoszenie, że jest ona niezależną od podmiotu poznającego własnością określonych układów fizycznych, zwolennik realizmu strukturalnego w odniesieniu do czasoprzestrzeni może polegać na fakcie, że własności (wliczając w to własności czasoprzestrzenne) zwyczajnie są, w jakichkolwiek poważnych teoriach metafizycznych, mocami przyczynowymi bytów. W tym sensie czasoprzestrzenny realizm strukturalny jest syntezą relacjonizmu i substancjalizmu. Tym, co powoduje ugięcie orbity masywnego ciała jest pole grawitacyjne, pole na wskroś fizyczne, poprzez swoje geometryczne, przyczynowo aktywne relacyjne własności. W ten sposób wszakże unika się zbytecznej reifikacji czasoprzestrzeni rozumianej jako substancja mająca moce przyczynowe (*ibid.*: 1616, tł. D. Luty).

Dorato uznaje, że substancjalizm różnicowości jest nie trafny niezależnie od argumentu dziury: „Kluczowe spostrzeżenie w tym kontekście głosi, że punkty czasoprzestrzeni mogą być zidentyfikowane tylko i wyłącznie przy pomocy relacyjnej struktury pola grawitacyjnego. Ponieważ punkty różnicowości nie mają żadnej wewnętrznej tożsamości, nie mogą one być traktowane jako byty, w świetle dobrze znanej zasady Quine’a” (*ibid.*: 1610, tł. D. Luty). Należy zaakceptować, w przekonaniu Dorato, że pole metryczne, z powodu swojej podwójnej roli, jest zarówno „czasoprzestrzenne” (ze względu na to, że definiuje interwały czasopodobne, przestrzennopodobne oraz światłopodobne), jak i „materialne”. Przez „materialność” pola metrycznego Dorato rozumie fakt, że pole to, mając dynamiczny charakter, wchodzi we wzajemne interakcje z bytami materialnymi⁸⁴ (*ibid.*: 1611). Konsekwencją takiego podejścia ma być rozwiązanie sporu o status ontologiczny czasoprzestrzeni na korzyść strukturalistycznego stanowiska pośredniczącego:

Tak jak to widzę, tego typu stanowisko pozwala nam na uchwycenie najlepszych założeń, dotychczas rozłącznie wiązanych z substancjalizmem i relacjonizmem, które, przynajmniej w ramach ogólnej teorii względności, substancjaliści i relacjoniści muszą podzielać. Czasoprzestrzenny realizm strukturalny jest syntezą tych dwóch tradycyjnych stanowisk dokładnie w tym samym sensie, w jakim pole metryczne jest zarazem materią i czasoprzestrzenią, bowiem jednocześnie broni się w nim poglądu o relacyjnym charakterze czasu i przestrzeni (poprzez obronę teorii ról strukturalnych dla punktów czasoprzestrzeni), jak i przekonania, że geometryczna struktura wykorzystana do reprezentowania czasu i przestrzeni jest ‘rzeczywiście’, niezależnie od podmiotu, egzemplifikowana przez fizyczny świat (*ibid.*: 1612, tł. D. Luty).

⁸⁴ Co oznacza, oczywiście, że Dorato nie próbuje przypisać polu metrycznemu statusu pola materialnego; w omawianym kontekście nie sugeruje on również redukcjonistycznego nastawienia wobec czasoprzestrzeni.

W kontekście przytoczonego wcześniej poglądu Steina, będącego motywacją dla CRS1, Dorato zgadza się, że w przypadku fizyki czasu, przestrzeni i czasoprzestrzeni tym, co jest postulowane w odpowiednich teoriach, jest istnienie pewnej egzemplifikowanej w świecie geometrycznej struktury (*ibid.*: 1613). Odrzuca on jednak przekonanie Steina o „nadmiarowości” pytania o to, czy byt postulowany przez teorię jest rzeczywiście istniejący, jeżeli już przyjęliśmy realistyczne nastawienie wobec tej teorii. Dorato uznaje, że istnieją trzy sensory pytania „co naprawdę istnieje?”. Pierwszy sens dotyczy istnienia niezależnego od podmiotu poznającego; drugi – istnienia bytu w sposób platoński; zaś trzeci – powiązania niezależnego istnienia struktury czasoprzestrzennej z częściową niesuperweniencją praw przyrody na fizycznych zdarzeniach i stanach rzeczy (*ibid.*: 1614).

Dorato sformułował przedstawioną wyżej tezę główną CRS1 w odniesieniu do pierwszego i trzeciego sensu przytoczonego pytania. Rozwijając charakterystykę jej metafizycznego aspektu, stwierdza on, że najbardziej istotne w tym kontekście jest to, że zwolennik CRS1 musi zaakceptować tezę, zgodnie z którą geometryczne prawa istnieją niezależnie od podmiotu poznającego. W konsekwencji prawa te wyznaczają relacje (strukturę) egzemplifikowane przez zjawiska w taki sposób, że zjawiska fizyczne odpowiadają danej geometrii – Dorato podaje przykład cząstki swobodnie spadającej po linii geodezyjnej czasoprzestrzeni (*ibid.*: 1617). Słusznie zauważa on, że dokładniejsze ustalenia w tym kontekście powiązane są ze sporem między humowskim oraz niehumowskim podejściem do praw przyrody (zob. podrozdz. 3.1.2). Niestety rozważania dotyczące tego zagadnienia nie zostały w ramach CRS1 zaproponowane (*ibid.*: 1617). Należy zasygnalizować, że stwarza to istotny problem – z jednej strony zwolennik CRS1 musi dopuścić, do pewnego stopnia, niezależność struktury geometrycznej cechujące prawa, z drugiej jednakże strony nie wyjaśnia on dokładnie na czym ta niezależność miałaby polegać. Wiele uwagi Dorato poświęca natomiast strukturze geometrycznej rozumianej jako własność (jak w przytoczonym wyżej cytacie ze s. 1616) oraz temu, przez co dokładnie struktura geometryczna jest egzemplifikowana. Przykładowo, w odniesieniu do kwestii argumentów przyczynowych za substancjalistyczną interpretacją czasoprzestrzeni, Dorato stwierdza, że dowolne stwierdzenie przypisujące aktywność przyczynową czasoprzestrzeni daje się przepisać jako stwierdzenie dotyczące własności relacyjnych mających moce przyczynowe: „to nie sama krzywizna, jako własność substancjalnej czasoprzestrzeni, powoduje obserwowalny ruch planety, lecz [czyni to – dop. D. L.] pole grawitacyjne i jego geometryczne prawa” (*ibid.*: 1625, tł. D. Luty). Jest to jednakże pogląd o tyle tajemniczy w kontekście CRS1, że nie zostało nam przedstawione, jak rozumieć przynajmniej częściowo niezależną od konkretnych zdarzeń strukturę geometryczną.

W powiązaniu z pierwszym sensem pytania „co naprawdę istnieje?”, istotna jest analiza tego, jak reprezentować egzemplifikowanie struktury czasoprzestrzennej w świecie. Kwestia ta usytuowana zostaje w ramach zagadnienia dotyczącego tego, co w modelach czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych reprezentuje czasoprzestrzeń w sensie właściwym. Dorato podkreśla, że w debacie dotyczącej ontologicznego statusu czasoprzestrzeni semantyczne podejście do teorii naukowych jest najbardziej odpowiednie (zob. podrozdz. 2.1.1). Proponuje zatem twierdzenie o związku między modelem pewnej struktury a światem, zgodnie z którym „zbiór relacji teoretycznych zachodzących między punktami czasoprzestrzeni w $M + g$ jest całkowicie bądź częściowo izomorficzny ze zbiorem czasoprzestrzennych i fizycznych relacji egzemplifikowanych przez rzeczywiste zdarzenia” (Dorato 2000: 1618, tł. D. Luty, zachowuję oznaczenia użyte przez Dorato).

Do ustanowienia tego typu związku między modelem czasoprzestrzeni (geometryczną strukturą) a światem Dorato wykorzystuje koncepcję reprezentacji pod izomorfizmem Basa van Fraassena (1980). Mając bijekcję f między modelem M (lub jego częścią) a zbiorem R składającym się z materialnych obiektów bądź zdarzeń, f będzie izomorfizmem między całym M i zbiorem R , który zachodzi wtedy tylko, gdy f daje takie same relacje między rzeczywistymi obiektami w R co między obiektami w M . Dodatkowo, można rozpatrywać f ograniczone jedynie do części modelu, z którą jednoznacznie powiązane są wielkości obserwowalne (*ibid.*: 1619). Dorato sądzi, że w naturalny sposób tego typu ujęcie pozwala na oddanie sensu wyrażenia „egzemplifikowanie struktury czasoprzestrzennej przez rzeczywisty świat”. Od razu jednakże zauważa on, że w kontekście koncepcji van Fraassena przedstawione rozumowanie można łatwo obrócić przeciwko CRS1, bowiem struktura czasoprzestrzenna nie należy do empirycznie adekwatnej części teorii i w rezultacie nie może być bezpośrednio obserwowalna, co przemawia przeciwko uznawaniu jej za rzeczywistą (*ibid.* 1620). W świetle poglądów van Fraassena można zatem potraktować to jako rację na rzecz agnostycyzmu w odniesieniu do tego, czy określona struktura czasoprzestrzenna, mająca takie własności, jakie przyporządkowuje się jej w OTW, może być traktowana jako *rzeczywiście* występująca w świecie.

Celem odparcia tego agnostycyzmu, Dorato przedstawia dwa argumenty. W pierwszym z nich powołuje się on na niemożliwość przeprowadzenia w kontekście fizyki czasoprzestrzeni rozróżnienia na predykaty obserwacyjne i predykaty teoretyczne (DiSalle 1995: 318). Predykaty obserwacyjne zawsze są obciążone teoretycznie, co w kontekście geometrii fizycznej oznacza tyle, że nie istnieje *prosta* operacja pomiarowa odnosząca się do faktów czasoprzestrzennych, wobec której nie czyniłoby się założeń teoretycznych (i w związku z tym

nieobserwowalnych bezpośrednio), dotyczących np. praw ruchu. W drugim argumencie Dorato stwierdza, że „przynajmniej w ramach szczególnej teorii względności, i stąd w lokalnej przestrzeni stycznej dowolnego punktu czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej, obserwujemy część struktury czasoprzestrzennej na tyle bezpośrednio, na ile się da” (Dorato 2000: 1620, tł. D. Luty). Dorato uważa, że realność struktury czasoprzestrzennej przejawia się w tym, że bezpośrednio obserwujemy *relacje* czasoprzestrzenne, w związku z czym argumentuje on, że dokonując lokalnych pomiarów, czyli wykorzystując fakt, że w kontekście OTW można przyjąć lokalne obowiązywanie STW, obserwujemy bezpośrednio następstwo czasowe, na podstawie którego można stworzyć koncepcję struktury przyczynowej (Robb 1914), pozwalającej odtworzyć strukturę czasoprzestrzeni Minkowskiego (Dorato 2000: 1620–1621). Podkreśla się tutaj jednak, że „choć z pewnością nie możemy zrekonstruować globalnej struktury czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej po prostu poprzez ‘zszycie’ ściśle lokalnych przecięć linii świata, dla naszych celów wystarczy wskazanie, że jeżeli nie przyznamy, że przynajmniej te przecięcia są bezpośrednio obserwowalne, żadna teoria czasoprzestrzeni nie mogłaby zostać stworzona. W rezultacie antyrealistyczne argumenty, zgodnie z którymi struktura czasoprzestrzenna nie jest w żadnym razie obserwowalna, nie dają się utrzymać” (*ibid.*: 1621, tł. D. Luty). Również w kontekście sporu z instrumentalizmem, kluczowe dla Dorato są konkretne zdarzenia, co ponownie każe zapytać, czy w ramach CRS1 da się jakkolwiek uzasadnić częściową niezależność struktury geometrycznej od partykularnych zdarzeń.

Oceniając stanowisko CRS1 należy przede wszystkim stwierdzić, że jest ono niedokończone i szkicowe, co jest tym bardziej widoczne gdy uwzględni się, jak poglądy Dorato zmieniły się w ramach CRS2. Niewątpliwie z kilku powodów należy uznać CRS1 za bardzo wartościową próbę sformułowania stanowiska z zakresu strukturalizmów czasoprzestrzennych. Po pierwsze, jest to pierwsze systematyczne powiązanie pomysłów wyrażonych we wczesnych wersjach OSR z ontologią czasoprzestrzeni (oczywiście, z istotnymi modyfikacjami, by wspomnieć brak całkowitej eliminacji obiektów z ontologii). Po drugie, w CRS1 wyrażona jest pozytywna alternatywa dla poglądu przedstawionego przez Rynasiewicza, z którą się zgadzam: spór substancjalizmu z relacjonizmem nie tyle jest źle postawiony (jak twierdzi Rynasiewicz), co właściwie został w kontekście OTW rozwiązany na korzyść strukturalistycznego stanowiska pośredniczącego. Po trzecie, można uznać za interesujące wprowadzenie w odnośną debatę koncepcji mocy przyczynowych w odniesieniu do relacji czasoprzestrzennych, mimo, że w CRS1 koncepcja ta nie jest rozbudowana. Warto jednak odnotować, że rozwinięcie pomysłów dotyczących przyczynowości można znaleźć

w ramach rozważań Dorato dotyczących ontologii QM które, rzecz jasna, istotnie różnią się od ustaleń formułowanych w kontekście fizyki niekwantowej (zob. np. Dorato 2006; 2007; 2011).

To, że CRS1 jest jednak stanowiskiem niepełnym prowadzi do pewnych niepożądanych konsekwencji. Jeżeli CRS1 ma być syntezą relacjonizmu i substancjalizmu w tym sensie, że proponowany w tym stanowisku obraz czasoprzestrzeni łączy ze sobą dotychczas traktowane rozdzielnie tezy metafizyczne, to wydaje się, że obraz ten nie powinien być bardziej zbliżony ani do relacjonizmu, ani do substancjalizmu, natomiast gdy już jest zbliżony do któregoś z tych poglądów, to powinno być dobrze wyjaśnione, dlaczego nie sprowadza się do niego. Tymczasem, mimo deklaracji o pośredniczącym charakterze omawianego stanowiska, w CRS1 wydają się przeważać poglądy relacjonistyczne. Pojawia się pytanie, czy CRS1 nie da się po prostu zredukować do relacjonizmu.

Dorato jest świadomy tego problemu podczas szkicowania CRS1, bowiem *explicite* stwierdza, że stanowisko to jest w *naturalny sposób podobne* do klasycznego relacjonizmu, a nawet przyznaje, że CRS1 można obciążyć podobnymi problemami (Dorato 2000: 1615). Nie rozwija on jednak tego spostrzeżenia, poprzestając na zasygnalizowaniu tezy, że czasoprzestrzeń istnieje niezależnie od materialnych zdarzeń i ciał nie dlatego, że jest pewnego rodzaju substancją, lecz dlatego, iż stanowi wiązkę (relacyjnych) uniwersaliów kontyngentnie egzemplifikowanych przez układy fizyczne (*ibid.*). Superweniencja struktury na elementach relacji nie ma być zatem koniecznym składnikiem CRS1 (*ibid.*). Niestety, Dorato tezę tę przytacza wyłącznie w kontekście poglądów innych autorów (Armstrong 1978; Cao 1997), a następnie formułuje przytoczone powyżej stwierdzenie dotyczące podobieństwa CRS1 i relacjonizmu. Wydaje się zatem, że relacyjne uniwersalia nie są bezpośrednio akceptowane w ramach CRS1.

Jak starałem się zasygnalizować, główne kategorie ontologiczne w CRS1 to przede wszystkim kategorie zdarzeń i własności. Z nimi związane jest u Dorato przypisanie polu grawitacyjnemu roli w wyjaśnianiu zjawisk: na zdarzeniach – przyjmowanie przez pole grawitacyjne określonych wartości – określona jest struktura czasoprzestrzenna, która wyrażana jest przez geometryczne prawa (*ibid.*: 1625). W jakim sensie ta wizja sprzyja sprowadzeniu jej do relacjonizmu? Dorato stwierdza, że relacjonizm jest przede wszystkim antyrealizmem wobec geometrycznej struktury i rzeczywiście – w przypadku stanowiska Leibniza relacje rozumiane są czysto idealistycznie. Jeżeli relacjonizm potraktujemy tylko jako odmianę antyrealizmu, to być może da się utrzymywać, że powyższy obraz ma nierelacjonistyczny charakter. Jednakże, w CRS1 nie jest wyjaśniony sens, w jaki struktura geometryczna jest przynajmniej częściowo niezależna od kategorii zdarzeń, czyli – na ile

niehumowską koncepcję praw się tutaj zakłada (zob. również Dorato 2005). W przypadku omawianego stanowiska jest to kwestia istotna, bowiem Dorato *explicite* włącza w zbiór własności przyczynowych *własności relacyjne*. W związku z tym, albo relacje są sprawczo aktywne ze względu na same siebie, albo ze względu na elementy na których są określone.

Wybór pierwszej opcji nie jest dostępny dla zwolennika CRS1, ponieważ oznaczałoby to, że cała struktura świata może być rozumiana jako przyczynowo aktywna – być może nawet wtedy gdy ujmuje się ją jako sieć autonomicznych relacji. To jednak oznaczałoby sprowadzenie CRS1 do którejś wersji EOSR, Dorato zaś wprost nie akceptuje eliminacjonizmu w ontologii fizyki czasoprzestrzeni. Stwierdza on, że struktura czasoprzestrzenna, względem której mamy być realistami, jest strukturą abstrakcyjną, jeżeli nie jest egzemplifikowana przez fizyczne zdarzenia (*ibid.*: 1611). Druga opcja, na pierwszy rzut oka zgodna z omawianym stanowiskiem, nie daje się w nim bronić. Dorato przede wszystkim określa strukturę czasoprzestrzenną na konkretnych, materialnych zdarzeniach i nie ma żadnej wątpliwości, że przypisuje im moce przyczynowe. Podaje on przykład niezwiązany z fizyką czasoprzestrzeni: zdarzenie w postaci zabójstwa arcyksięcia Ferdynanda może być potraktowane jako przyczyna wybuchu pierwszej wojny światowej (*ibid.*). Jeżeli nie dysponujemy w ramach CRS1 jakąś koncepcją wyjaśniającą, dlaczego relacje jako takie mogą działać przyczynowo, to mamy prawo podejrzewać, że w ramach CRS1 bardziej od realistycznie traktowanych relacji fundamentalne są *konkretne, materialne zdarzenia*. W tym sensie trudno traktować CRS1 jako opcję jednoznacznie przewyżającą dychotomię substancjalizm – relacjonizm.

6.4.2. Strukturalizm antymetafizyczny

Zgodnie z CRS2, adekwatne stanowisko dotyczące statusu ontologicznego czasoprzestrzeni nie jest *ani* substancjalistyczne, *ani* relacjonistyczne. Dorato, przedstawiając CRS2, nie odniósł się krytycznie do poprzedniej wersji tego stanowiska, jednakże wydaje się, że CRS2 można w pewnym sensie potraktować jako odpowiedź na wskazane powyżej problemy. Stwierdza on wprost, że „czasoprzestrzenny realizm strukturalizm albo popycha w stronę *relacjonizmu*, albo po prostu nim jest. W żadnym razie nie może być on potraktowany zatem jako *tertium quid* między substancjalizmem a relacjonizmem” (Dorato 2008: 28). Aby uniknąć takiej konkluzji, Dorato zakłada w CRS2 rozróżnienie na „ontologię” i „metafizykę”, gdzie ontologię rozumie jako dotyczącą pytań o to, *co* istnieje, natomiast metafizykę jako dotyczącą pytań o to, *jak* coś istnieje – mają one obejmować pytania o sposób bycia czegoś

oraz o naturę bytu: „Chciałbym położyć nacisk na to, że empiryczny sukces naszych modeli czasoprzestrzeni prowadzi do postawienia ważnego pytania *ontologicznego* (czy czasoprzestrzeń istnieje?), podczas gdy szczególny sposób istnienia czasoprzestrzeni, to znaczy: czy jest bliższa substancji bądź relacjom, tworzy (po sformułowaniu OTW) mniej centralne, *metafizyczne i możliwe, że wyłącznie werbalne*, pytanie” (*ibid.*: 29, tł. D. Luty).

Główna teza CRS2 jest podobna do głównej tezy CRS1, ale ze względu na podane rozróżnienia zyskuje ona jednoznacznie „antymetafizyczne” odczytanie. Teza realizmu odnośnie do struktury czasoprzestrzennej ma mieć wyłącznie sens *ontologiczny*:

CRS2 „czasoprzestrzeń istnieje jako egzemplifikowana struktura, ale pytanie o to, czy istnieje jako substancja, czy jako relacje, nie jest właściwie postawionym pytaniem” (Dorato 2008: 29).

Ze względu na odmiennie określony punkt wyjścia w odniesieniu do zagadnienia metafizycznego niedookreślenia, pojawiają się tu nieco inne założenia oraz odmiennie konsekwencje i rozstrzygnięcia interpretacyjne. Po pierwsze, do wyrażenia stosunku między teorią a światem nie jest już w żaden sposób wykorzystana koncepcja van Fraassena. W przypadku CRS1 za tym wyborem szły również problemy tego stanowiska związane z redukowalnością do relacjonizmu. W CRS2 Dorato przyjmuje inne podejście do relacji między teorią a światem, które zapożyczony jest od Steina (1989: 52):

(...) ‘struktura teoretyczna’ to matematyczne, abstrakcyjne modele, które odnoszą się do świata fizycznego poprzez reprezentowanie związków między tymi częściami układów fizycznych, które są opisywane przez prawa. Jeśli dany proces fizyczny, powiedzmy spadek swobodny, może podlegać dobrze potwierdzonemu prawu fizycznemu, na przykład zasadzie równoważności, to można ‘reprezentować’ ten proces poprzez *geometryczne* pojęcie koneksji zakrzywionej, która jest nieodłączną częścią geometrycznej struktury czasoprzestrzeni (Dorato 2008: 30, tł. D. Luty).

W powyższym ujęciu Dorato ponownie odwołuje się do praw przyrody oraz ponownie nie podejmuje analizy tego pojęcia. Przedstawiona koncepcja zakłada jedynie, że poprawna filozoficzna interpretacja struktury czasoprzestrzennej powinna być antymetafizyczna. Dorato w pełni akceptuje w CRS2 przekonanie Steina, że „zamartwianie się o niezależne istnienie egzemplifikowanej struktury jest bezcelowe” (*ibid.*: 28, tł. D. Luty). W tym sensie struktura czasoprzestrzenna, jak się twierdzi w ramach omawianego stanowiska, *po prostu istnieje*, co ma oznaczać stwierdzenie ontologiczne. Antymetafizyczny aspekt powyższego poglądu uzasadniany jest osobno. Uzyskana konkluzja głosi, że mająca *metafizyczny* charakter dychotomia substancjalizm–relacjonizm powinna zostać potraktowana jako nieadekwatna

w stosunku do OTW. Pozwala to na stwierdzenie, że „czasoprzestrzenny realizm strukturalny staje się relacjonizmem tylko wtedy, gdy przyjmiemy, że rozróżnienie między substancjalizmem a relacjonizmem ma zastosowanie w filozofii czasu i przestrzeni” (*ibid.*: 35, tł. D. Luty), a zatem ze względu na niesłuszność dychotomii substancjalizm–relacjonizm CRS2 nie może ulec sprowadzeniu do wersji któregoś z tych dwóch stanowisk.

Zagadnienie podwójnej roli pola metrycznego pełni podwójną (!) rolę argumentacyjną w kontekście CRS2: po pierwsze, służy do uzasadnienia, dlaczego poprawne ujęcie czasoprzestrzeni powinno mieć antymetafizyczny charakter; po drugie, służy do sformułowania odpowiedzi na problem blisko związany z moją krytyką CRS1: „Ponieważ czasoprzestrzeń jest egzemplifikowaną strukturą, naturalnie nasuwa się pytanie o to, jakie rodzaje bytów stanowią elementy relacji – co wykonuje ‘pracę egzemplifikacyjną’. Jeśli ta egzemplifikacja jest realizowana przez punkty różności, to musimy założyć ich istnienie, jak w substancjalizmie różnościowym. Z drugiej strony, jeżeli egzemplifikacja realizowana jest przez fizyczne zdarzenia/układy, to mamy relacjonizm” (*ibid.*: 31, tł. D. Luty).

W odniesieniu do pierwszej kwestii fakt, że w OTW podwójna rola pola metrycznego może jednocześnie wspierać zarówno substancjalistyczne jak i relacjonistyczne interpretacje, sprawia, w przekonaniu Dorato, że spór co do rozumienia natury tegoż pola jest jedynie sporem werbalnym. Oba obrazy są kompatybilne z OTW i wybór między nimi nie czyni żadnej różnicy w przypadku tej teorii. Jeżeli CRS2 ma realizować zadanie przedstawienia koncepcji, która nie jest ani substancjalistyczna, ani relacjonistyczna, to główna teza tego stanowiska musi być wyłącznie stwierdzeniem ontologicznym, a nie metafizycznym (w sensie Dorato). Widać jasno, że ujęcie omawianego stanowiska jako przewyżczenia debaty substancjalistów z relacjonistami spoczywa całkowicie na rozróżnieniu między metafizyką a ontologią.

W odniesieniu do drugiej kwestii, Dorato ponownie rozważa pytanie o to, co w sensie właściwym reprezentuje czasoprzestrzeń (różność różniczkowalna czy pole metryczne). Stwierdza on: „fakt, iż kandydatura do reprezentowania ‘czasoprzestrzeni’ ciągle wahała się między różnością a polem metrycznym jest pierwszym i ważnym fragmentem dowodu na to, że w OTW debata (substancjalistów z relacjonistami – *dop. D.L.*) nie posiada jasnego sformułowania” (*ibid.*: 32, tł. D. Luty). Jednakże, jak słusznie zauważa, nie oznacza to w tym kontekście równoważności między różnością a polem metrycznym. Istnieją mocne racje na rzecz wyróżnienia pola metrycznego, aczkolwiek przy bliższej analizie, zdaniem Dorato, dają one dodatkowe wsparcie tezie, zgodnie z którą spór o naturę czasoprzestrzeni podlega unieważnieniu. Nie sprzyjają natomiast one przekonaniu, że bardziej trafna jest albo substancjalistyczna albo relacjonistyczna interpretacja pola metrycznego (*ibid.*).

Zgodnie z pierwszą racją (i przytoczonymi wcześniej argumentami Maudlina, zob. rozdz. 5.1.1), bez pola metrycznego nie można w ogóle mówić o czasoprzestrzeni. W OTW bez tego obiektu geometrycznego nie są określone paradygmatycznie czasoprzestrzenne aspekty świata, takie jak podział na krzywe czasopodobne i przestrzennopodobne czy interwały czasoprzestrzenne. Druga racja jest następująca. Dorato wychodzi od założenia, że akceptacja sensowności sporu substancjalizmu z relacjonizmem z konieczności pociąga za sobą akceptację metafory pojemnika. Następnie nawiązuje on do poglądu Earmana i Nortona, według którego jeżeli „pojemnik” nie może być reprezentowany przez rozmaitość M , to być może należałoby tę rolę przypisać polu metrycznemu. Jednakże rozumienie tego ostatniego jako „pojemnika” niesie ze sobą problematyczną konsekwencję:

Rozważmy, przykładowo, falę grawitacyjną propagującą w przestrzeni. W zasadzie, jej energia mogłaby być zgromadzona i przetworzona na inne typy energii, takie jak ciepło, energia świetlna, czy nawet energia masywnych cząstek. Jeżeli nie zaklasyfikujemy fali grawitacyjnej jako struktury niosącej energię, która jest zawarta w czasoprzestrzeni, wtedy trudno dostrzec, jak spójnie dokonać podziału między pojemnikiem a jego zawartością. Moglibyśmy rozpatrzeć podzielenie metryki na nieperturbujące tło oraz perturbującą falę, z nadzieją, że tę drugą część dałoby się zaklasyfikować jako coś, co jest zawarte w czasoprzestrzeni. Ten manewr jednak zawodzi, ponieważ nie istnieje niearbitralny sposób, aby dokonać wskazanego podziału. Wreszcie, klasyfikacji metryki jako części czasoprzestrzeni-pojemnika prowadzi do trywializacji poglądu substancjalistycznego w teoriach pola typu wypracowanego przez Einsteina, w których cała materia reprezentowana jest przez uogólniony tensor metryczny. Wówczas, nie byłoby nic zawartego w czasoprzestrzeni, zatem substancjalista jedynie zakładałby w istocie niezależne istnienie całego Wszechświata (Earman, Norton 1987: 519, tł. D. Luty).

Tych niepożądanych rezultatów można łatwo uniknąć, jak stwierdza Dorato (2008: 33), odrzucając dychotomię substancjalizm–relacjonizm i wraz z nią metaforę pojemnika⁸⁵:

Jest faktem, że dokładnie dlatego, iż w OTW czasoprzestrzeń jest *również* bytem fizycznym, jej rola w teorii może być zawsze opisana w odmienny sposób poprzez twierdzenie, że czasoprzestrzeń jest raczej manifestacją pola grawitacyjnego (jego strukturalną własnością) niż na odwrót (gdzie pole grawitacyjne rozumiane jest jako manifestacja czasoprzestrzeni). Wybór między tymi dwoma sposobami wyrażenia związku między czasoprzestrzenią a polem grawitacyjnym wydaje się być niedookreślony przez fakty. Sugeruje to, że dyskusja substancjalizmu z relacjonizmem w OTW jest kwestią słów albo możliwości konwencjonalnego wyboru między dwoma sposobami wyjaśnienia zjawisk, które są empirycznie równoważne. Jeżeli twierdzę, że pole grawitacyjne jest manifestacją

⁸⁵ Inną opcją, jak można dodać, jest zrezygnowanie z metafory pojemnika przy jednoczesnym utrzymywaniu, że pole metryczne może mieć status substancji, co jest strategią przyjętą w substancjalizmie metrycznym (zob. rozdz. 5.2.2).

czasoprzestrzeni, to zaczynam od niej aby 'skonstruować' pole grawitacyjne. W odwrotnym przypadku postępuje się na odwrót, lecz oba podejścia wyglądają wiarygodnie (*ibid.*, tł. D. Luty).

Omawiając trzecią rację, Dorato nawiązuje do argumentu Fielda na rzecz substancjalizmu różnaitościowego (rozdz. 4.3.1). Z jednej strony stwierdza on, w odniesieniu do argumentu dziury oraz podwójnej roli pola metrycznego, że nic nie stoi na przeszkodzie, aby punkty, na których definiowane są zwykłe pola fizyczne i w których określone są wartości tych pól, nie były zinterpretowane jako punkty pola metrycznego (*ibid.*: 33). Z drugiej strony, jeżeli substancjalizm różnaitościowy miał odpowiadać na pytanie „gdzie umieszczone są pola fizyczne?”, to różnaitość różniczkowa nie może stanowić odpowiedzi. Wówczas gdy przyjmie się, że tą odpowiedzią może być pole metryczne, oraz gdy zaakceptuje się założenie, że nie ma Wszechświata bez czasoprzestrzeni, to postawione pytanie staje się problematyczne, nie różni się ono bowiem niczym od próby ustalenia, „gdzie” znajduje się Wszechświat (*ibid.*)

Oceniając CRS2 należy w moim przekonaniu stwierdzić, że, jak się wydaje, udaje się w nim uniknąć sprowadzenia do relacjonizmu. Ponadto, niewątpliwie trafne jest powiązanie podwójnej roli pola metrycznego z ustanowieniem strukturalistycznej interpretacji ontologii czasoprzestrzeni, co jest istotne, gdy chodzi o podjęcie próby sformułowania stosownej interpretacji ontologicznej OTW. Wobec CRS2 chciałbym jednak wysunąć kilka zarzutów.

Po pierwsze, Dorato, mimo przedstawionej deklaracji, nie rozwiązał *explicite* problemu tego, co właściwie egzemplifikuje strukturę czasoprzestrzenną. Można się jedynie domyślać, że ze względu na podwójną rolę pola metrycznego pytanie o to, jakiego rodzaju obiekty egzemplifikują tę strukturę, jest niewłaściwym pytaniem. Następstwem tego jest potraktowanie egzemplifikowania struktury jako faktu niepodlegającego dalszej analizie. Próba ustalenia czegoś ponad to ma prowadzić do jałowych w kontekście OTW tez metafizycznych. Twierdzą, że podstawą tego typu podejścia jest jednak, mimo dominującej u Dorato retoryki, raczej rozróżnienie między ontologią a metafizyką niż sama podwójna rola pola metrycznego. Zauważmy bowiem, że jeżeli Dorato chciałby utrzymywać, iż egzemplifikowana struktura czasoprzestrzenna przejawia się w tym, że zjawiska podporządkowane są określonym „geometrycznym prawom”, to aby odnośna struktura nie była po prostu sprowadzalna do własności jakichkolwiek obiektów należałoby przedstawić niehumowskie ujęcie praw. Niestety, żadna stosowna w odniesieniu do powyższej kwestii analiza praw przyrody nie została przez Dorato zaproponowana. Istotnie, wydaje się, że postulowany ontologiczny i antymetafizyczny charakter CRS2 pozwala przede wszystkim na ogólnie realistyczne nastawienie wobec *obiektywnej* struktury geometrycznej świata. Jednakże jeżeli ma to być nieanalizowany fakt, to nic nie stoi na przeszkodzie, aby dodać do powyższego stwierdzenia –

„jakakolwiek struktura by to nie była”. Wówczas Dorato musiałby stoczyć zwyczajowy bój realisty z empirystami i instrumentalistami. Oczywiście, mógłby on wprowadzić modalność w swojej interpretacji związku między procesami fizycznymi a strukturą geometryczną opisywaną przez daną teorię i twierdzić, przykładowo, że zachodzi tutaj związek konieczny. Nie da się jednak określić, czy tego typu decyzja interpretacyjna nie byłaby zbyt metafizyczna dla zwolennika CRS2. Co natomiast z podwójną rolą pola metrycznego?

Po drugie, argumentacja Dorato polega w dużej mierze na założeniu, że podstawą sporu substancjalistów z relacjonistami jest z konieczności metafora pojemnika, również w odniesieniu do współczesnej fizyki czasoprzestrzeni, a zatem jeżeli odrzuci się tę metaforę, to wymieniona debata staje się automatycznie unieważniona. Istotnie, jak już wiele razy podkreślałem, metafora pojemnika nie stosuje się do OTW, głównie ze względu na dynamiczny charakter czasoprzestrzeni i powiązaną z nim podwójną rolą pola metrycznego. Wydaje się wszakże, że Dorato nie docenia możliwości przeformułowania sporu w taki sposób, aby metafora pojemnika w kontekście OTW nie była dla niego kluczowa. Jak zaznaczyłem w rozdziale 5.2.2, kwestia nielokalizowalności energii grawitacyjnej daje podstawę do rozważenia alternatywy między dwoma konkurencyjnymi obrazami pola metrycznego: można je rozumieć albo jako jedno z wielu pól fizycznych, podobne do pola elektromagnetycznego, albo jako wyróżnione pole fizyczne, mające pewne unikalne cechy. Nie twierdzę, że dylemat w wyborze między tymi dwoma obrazami jest *automatycznie* rozwiązany przez OTW. Uważam jedynie, że: (i) adekwatne stanowisko strukturalizmu czasoprzestrzennego potrzebuje bardziej rozbudowanej argumentacji niż samo wskazanie na niedookreślenie, w przeciwnym razie staje się ono wyborem opcji pośredniej *wyłącznie* z powodu jej mediującego charakteru; (ii) nie jesteśmy zmuszeni do uznawania wizji sporu substancjalizmu z relacjonizmem, jaką przedstawia Dorato (oraz Rynasiewicz), dlatego też nie musimy akceptować takiego wyprowadzenia strukturalistycznych wniosków, jakie zostało zaproponowane w CRS2. W świetle powyższych analiz sądzę, że być może potrzebne jest odmienne od obu wersji CRS, bardziej interpretacyjnie trafne, stanowisko z zakresu strukturalizmu czasoprzestrzennego.

6.5. Dynamiczny realizm strukturalny

Drugim stanowiskiem z zakresu strukturalizmów czasoprzestrzennych nawiązujących do OSR w sposób luźny jest dynamiczny realizm strukturalny (dalej: DRS). Zostało ono zaproponowane przez Johna Stachela jako najbardziej adekwatne, jego zdaniem, stanowisko

ontologiczne dotyczące czasoprzestrzeni w świetle argumentu dziury (Stachel 2006; 2014). Zasadnicza teza DRS brzmi:

Dynamiczny realizm strukturalny „W ogólnie współzmienniczej teorii punkty czasoprzestrzeni zyskują (pewien stopień) indywidualności jedynie ze względu na ich rolę ‘nośników’ określonych dynamicznych pól”. (Stachel 2005: 207)

Teza ta we wcześniejszych poglądach Stachela (1993) ma wydźwięk relacjonistyczny, natomiast w ramach późniejszego DRS – jednoznacznie już strukturalistyczny. Sposób, w jaki punkty mają stawać się indywidualami, Stachel wyraża przy pomocy koncepcji „pola indywiduującego” (*ibid.*: 139). Nie podaje on precyzyjnej definicji tego terminu, stwierdza tylko tyle, że „jest całkowicie możliwe, aby punkty różnorodności ulegały indywiduacji poprzez pewną własność bądź własności, które charakteryzują każdy z punktów. Nazywam dowolną strukturę na różnorodności, która dostarcza zbioru takich własności, polem indywiduującym” (Stachel 1993: 139). W tym sensie punkty mają być właśnie strukturalnymi indywidualami, o których mówił Glick w ramach stanowiska MSE.

DRS różni się od odniesienia OSR do OTW w następujący sposób. Po pierwsze, Stachel *explicite* odrzuca zarówno EOSR1, jak i EOSR2, twierdząc, że pierwszy wariant jest niespójny, czego uzasadnieniem jest argument z relacji bez elementów relacji. Drugi wariant jest natomiast odrzucony ze względu na przekonanie, że, zdaniem Stachela, nie zawsze elementy relacji da się zredukować dalej do relacji (Stachel 2006: 54; Stachel 2014: 38). Po drugie, o ile w DRS odrzuca się pierwotną tożsamość punktów czasoprzestrzeni, o tyle przyjmuje się, że punkty te reprezentowane są przez różnorodność M zdefiniowaną w ramach teorii wiązek włóknistych. Zdaniem Stachela, wykorzystanie teorii wiązek włóknistych pozwala na wyrażenie tego, że punkty czasoprzestrzeni są reprezentowane przez strukturę mającą sens częściowo matematyczny i częściowo fizyczny. DRS różni się zatem od EOSR nieeliminatywizmem i antyredukcjonizmem.

6.5.1. Strukturalna indywidualność w koncepcji Stachela

Stachel akceptuje pogląd, że czasoprzestrzeń i jej punktopodobne części są reprezentowane przez różnorodność M . Jak sądzi Stachel, taki wybór może prowadzić do konkluzji faworyzujących relacjonistyczne podejście jedynie wtedy, gdy rozważa się standardowy formalizm OTW. W odnośnym przypadku to pole metryczne g jest polem

indywiduującym punkty rozmaitości M – „wyposaża” je ono w dynamiczną strukturę czyniącą z punktów indywidua fizyczne, co jest w sposób naturalny zgodne z tym, że w teoriach ogólnie współmienniczych nie istnieją niedynamiczne pola indywiduujące punkty, tj. nie istnieją pola indywiduujące dostępne *przed* rozwiązaniem równań dynamicznych.

W kontekście swojego pierwszego, jeszcze relacjonistycznego podejścia (gdzie Stachel zdaje się uznawać pogląd Earmana–Nortona na pole metryczne jako obiekt, który należy zakwalifikować po stronie materialno-fizycznych składników świata), fakt, że nie istnieje pole indywiduujące niezależne od pola metrycznego, Stachel traktuje jako podstawę do uznania, że ontologia czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej jest ontologią relacjonistyczną (Stachel 1993: 143). Jako przykład procedury indywiduacji w tym kontekście, Stachel podaje przedstawioną już przeze mnie metodę współrzędnych wewnętrznych Bergmanna–Komara (*ibid.*: 144). Nie będę wracać do wskazywania trudności z odwoływaniem się do tej metody w kontekście ustalania statusu ontologicznego czasoprzestrzeni, ponieważ sam Stachel zmienił swoje poglądy z relacjonistycznych na strukturalistyczne. Pierwotnie uważał, że sensowność ujmowania punktów czasoprzestrzeni jako fizycznych indywiduów jest w pełni uwarunkowane specyfikacją pola metrycznego, tj. punkty rozmaitości nie posiadają nawet częściowej indywidualności przed rozwiązaniem równań pola.

W kontekście DRS rozmaitość różniczkowalną ujmuje się jednak w inny sposób: „Kiedy uzmysłowilem sobie wszystkie następstwa podejścia opartego na wiązkach włóknistych, pozwalającego zdefiniować M jako przestrzeń ilorazową rozmaitości przez relację równoważności definiującą rozwłóknienie (...), a także następstwa obserwacji Schoutena (...), że w przeciwieństwie do matematycznych pól tensorowych, fizyczne pola tensorowe mają wymiary fizyczne, wtedy dostrzegłem, że punkty M , zdefiniowane w sposób zasygnalizowany powyżej, mają fizyczny charakter elementów czasoprzestrzeni nawet przed wyborem określonego pola (...)” (Stachel 2014: 38, tł. D. Luty). W tym sensie Stachel dowartościowuje teorię wiązek włóknistych, standardowo wykorzystywaną jako aparat matematyczny teorii Yanga–Millsa. Uznaje on, że OTW sformułowana przy pomocy tegoż aparatu dopuszcza włączenie punktów rozmaitości do ontologii czasoprzestrzeni, przy czym punkty te odróżnialne są od siebie wyłącznie za sprawą wzajemnych relacji geometrycznych (Stachel 2014: 19), nie są natomiast pełnoprawnymi indywiduami.

Ze względu na powyższe założenie można twierdzić, że w ramach DRS proponuje się koncepcję strukturalnej indywiduacji obiektów, przez co Stachel rozumie określone ujęcie natury relacji określonych na obiektach danego rodzaju. Rozpatruje on cztery możliwości tego typu ujęć (Stachel 2006: 54): (i) istnieją tylko relacje bez elementów relacji; (ii) są relacje,

w których obiekty są pierwszorzędne, a relacje między nimi drugorzędne; (iii) są relacje, w których relacje są pierwszorzędne, a obiekty drugorzędne; (iv) istnieją obiekty takie, że istnienie relacji między nimi jest pozorne. Możliwość (i), którą, rzecz jasna, akceptuje zwolennik EOSR1, Stachel odrzuca ze względu na problemy z niespójnością (zob. rozdz. 3.3.3). Nie akceptuje on jednak rozwiązania tego problemu, zgodnie z którym elementy relacji istnieją, ale są redukowalne do relacji. Stachel uważa bowiem, że o ile mogłyby zajść przypadki tego typu, to opieranie się na opcji (i) jest zbyt ograniczające. Możliwość (iv) Stachel całkowicie odrzuca. Stwierdza on, że odnośną opcję można rozumieć w duchu leibnizjańskim: relacjom należy przypisać status bytów idealnych. Wówczas jednak, stanowisko oparte o (iv) trudno byłoby traktować jako *realizm* strukturalny (*ibid.*: 55). W opinii Stachela, najbardziej wartościowe są opcje (ii) i (iii), które ogólnie charakteryzuje on następująco:

Aby każda z tych możliwości była sensowna, a zatem by rozróżnienie między nimi było sensowne, trzeba założyć, że zawsze istnieje możliwość dystynkcji między *esencjalnymi* i *nieesencjalnymi* własnościami dowolnej rzeczy. Aby zachodziła opcja II (to znaczy, obiekty są pierwszorzędne, zaś relacje drugorzędne), żadna esencjalna własność elementów relacji nie może zależeć od danej, konkretnej relacji, natomiast aby zachodziła opcja III (to znaczy, relacje są pierwszorzędne, zaś obiekty drugorzędne), przynajmniej jedna esencjalna własność każdego z elementów relacji musi zależeć od relacji. Istnieją różnice terminologiczne, lecz jedno szeroko podzielane przekonanie głosi, że relacje w kontekście opcji II są relacjami *zewnętrznymi*, natomiast w kontekście opcji III – *wewnętrznymi*. Można przekształcić każdą z podanych możliwości w doktrynę metafizyczną: „wszystkie relacje są relacjami zewnętrznymi” lub „wszystkie relacje są relacjami wewnętrznymi”; niektórzy filozofowie faktycznie tak postąpili. Jednakże, w przeciwieństwie do opcji I, Nie trzeba tego robić, by II i III zachowały/nadal miały sens. Jeżeli nie wprowadzi się żadnej doktryny w zaprezentowany sposób, wtedy opcje II i III są doskonale zgodne (*ibid.* 54, tł. D. Luty, zmodyf. oznaczenia numeryczne).

Stachel uważa, w przypadku fundamentalnych teorii fizycznych, takich jako OTW czy QM⁸⁶, najbardziej obiecująca poznawczo jest opcja (ii). Zarówno dla punktów czasoprzestrzeni, jak i dla cząstek elementarnych można stwierdzić ich rodzajową przynależność, *quidditas*, nie można natomiast stwierdzić ich *haecceitas* (Stachel 2014: 31). Obiekty są numerycznie odróżnialne, jednakże nie posiadają stabilnej tożsamości, pozwalającej bezpośrednio odnosić się do konkretnego obiektu. Dla ogólnie niezmienniczej teorii czasoprzestrzeni takiej jak OTW najbardziej adekwatnym sposobem przedstawienia strukturalnej indywidualności punktów czasoprzestrzeni jest, zdaniem Stachela, wyrażenie

⁸⁶ Stachel zakłada, oczywiście, poprawność GP (zob. podrozdz. 3.3.4), do której w omawianiu DRS nie wracam.

relacji między matematycznymi modelami a modelem fizycznym w terminach teorii wiązek włóknistych.

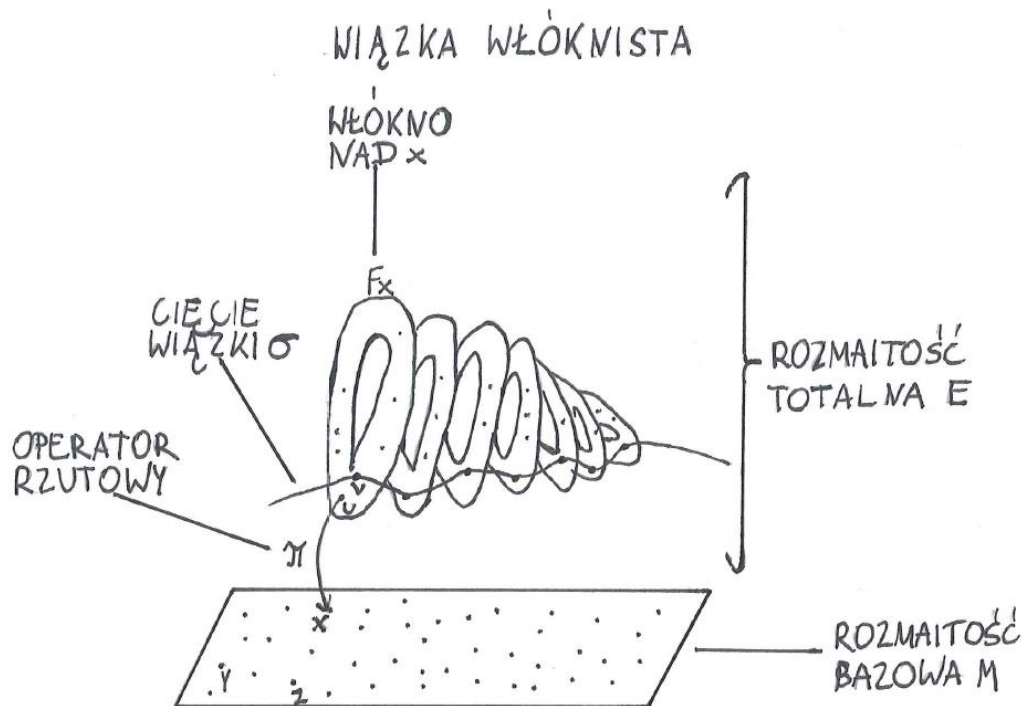
6.5.2. Teoria wiązek włóknistych a strukturalizm

Stachel *explicite* stwierdza, że przyjmując określoną metafizyczną interpretację teorii fizycznej, należy zaakceptować najbardziej adekwatny względem tejże interpretacji aparat formalny, w którym da się ująć daną teorię (*ibid.*: 37). Ze względu na założony przeze mnie strukturalny realizm wewnętrzny, sam również sympatyzuję z tym podejściem. Uważam jednak, że w przypadku DRS wybór teorii wiązek włóknistych jako formalizmu najbardziej adekwatnego dla strukturalistycznej metafizyki nie jest do końca trafny. Główne twierdzenie Stachela w odniesieniu do OTW sformułowanej przy pomocy teorii wiązek włóknistych brzmiałoby: „rozwłóknienie oraz foliacja tworzą pole indywiduujące” (*ibid.*: 44). Wymaga ono wprowadzenia jego wstępnych założeń oraz pewnych elementów teorii wiązek włóknistych.

Wstępne propozycje Stachela dotyczą ogólnego pojęcia struktury. Przyjmuje on, że struktura reprezentowana jest przez $S = (O_i, R)$, $i = 1, 2, \dots, n$, gdzie O_i jest niepustym zbiorem punktów, zaś R jest zbiorem relacji określonych na tych punktach. Dla dowolnych punktów x, y, z istnieje relacja mająca własność zwrotności, symetryczności i przechodniości, tj. istnieje relacja równoważności R_{eq} , która dzieli strukturę S na klasy równoważności S_R , zwane również *orbitami* S . Przestrzeń ilorazowa $S_Q = S/R_{eq}$ zdefiniowana jest tu przez warunek, że każdy element S_Q należy do jednej i tylko jednej klasy równoważności (Stachel 2014: 22).

Następnie Stachel rozważa pojęcia przestrzeni włóknistej i rozmaitości włóknistej. Przestrzeń włóknista składa się z przestrzeni totalnej E , przestrzeni bazowej B i rzutowania jako odwzorowania surjektywnego $\pi: E \rightarrow B$. Włókno F_b nad każdym punktem $b \in B$ jest zbiorem wszystkich elementów odwrotnych $\pi^{-1}(b) \in E$, tj. dla wszystkich elementów $p \in E$, $\pi(p) = b$. Cięcie σ przestrzeni włóknistej jest wyborem jednego elementu na każdym włóknie F_b dla każdego $b \in B$. Przekształcenie pewnej struktury S z relacją równoważności R_{eq} w przestrzeń włóknistą jest możliwe, gdy S potraktuje się jako przestrzeń totalną, zaś przestrzeń ilorazową S_Q jako przestrzeń bazową, a wówczas morfizm φ staje się rzutowaniem π . Mając grupę automorfizmów G działającą na S , można stwierdzić, że grupa ta, zachowując klasy równoważności S_R , sprawia, że wszystkie włókna są izomorficzne, co daje koncepcję wiązki włóknistej (rozwłóknienia). Przy odniesieniu powyższych koncepcji do rozmaitości różniczkowalnych wykorzystywanych w OTW, Stachel wprowadza definicję rozmaitości

włóknistej: „Rozmaitość włóknista (E, M, π) składa się z rozmaitości totalnej E , rozmaitości bazowej M oraz operatora rzutowego $\pi: E \rightarrow M$. E jest rozmaitością różniczkowalną, której punkty, u, v , itd. pogrupowane są przez relacje równoważności ρ we włókna. M również jest rozmaitością różniczkowalną, której punkty oznaczone są przez x, y , itd. Włókno nad x oznaczane jest przez F_x ” (*ibid.*: 27, tł. D. Luty). Prosty przykład wiązki włóknistej można znaleźć na Rys. 5:



Rys. 5. Wiązka włóknista

Przejdę teraz do ostatniego aspektu DRS związanego z wykorzystaniem teorii wiązek włóknistych, mianowicie do określenia sensu, w jakim punkty czasoprzestrzeni, teraz rozumiane jako punkty rozmaitości włóknistej, są bytami fizycznymi *indywiduowanymi strukturalnie* ze względu na wiązki włókniste, które reprezentują (strukturalne) pole indywiduujące w OTW. Stachel najpierw omawia to w kontekście zasady względności⁸⁷

⁸⁷ Zasadę względności Stachel rozumie standardowo: „Mówienie o zasadzie względności jest poprawne tylko wtedy, jeżeli najpierw zdefiniowało się układ odniesienia. Przyjmuje się wtedy, że prawa fizyki przyjmują taką samą postać w każdym układzie należącym do pewnej klasy układów odniesienia. W STW ta klasa układów (właściwie to grupa w tym przypadku) składa się z inercjalnych układów odniesienia” (*ibid.*: 39, tł. D. Luty).

w STW. Jego zdaniem, w kontekście metryki Minkowskiego z płaską koneksją afiniczną, do zdefiniowania (przestrzennego) inercjalnego układu odniesienia wystarczy wskazanie dowolnej linii prostej w czasoprzestrzeni Minkowskiego, a następnie utworzenie klasy linii równoległych z wybraną linią, które przechodzą przez wszystkie punkty rozmaitości (tworzy to rozwłóknienie czasoprzestrzeni) (*ibid.*: 40). Wybierając pewien punkt na wyjściowej linii, można przy pomocy czasu własnego τ , liczonego od arbitralnie wybranego punktu $\tau = 0$, fizycznie indywiduować wszystkie punkty tworzące tę linię. Przy założeniu, że pozostałe linie świata również są fizycznie określone, „wszystkie punkty czasoprzestrzeni są teraz indywiduami. Zazwyczaj dobiera się wszystkie punkty odniesienia tak, aby znajdowały się na tej samej przestrzennopodobnej hiperpłaszczyźnie ortogonalnej do rozwłóknienia czasopodobnego (konwencja Einsteina w definiowaniu odległej równoczesności). Wówczas cała grupa układów inercjalnych może być utworzona z wyjściowo wybranego układu tego typu poprzez działanie grupy Poincarégo na punktach właśnie tego układu inercjalnego” (*ibid.*, tł. D. Luty). W rezultacie należy stwierdzić, że w ramach propozycji Stachela punkty czasoprzestrzeni Minkowskiego indywiduowane są przez *procesy fizyczne*⁸⁸.

W przypadku OTW, jak przedstawia to Stachel, tego typu indywiduację punktów poprzez fizyczne procesy można przeprowadzić zaczynając od zauważenia, że również w tej teorii (jak w STW) przestrzenny układ odniesienia można rozumieć jako rozwłóknienie rozmaitości M . Niezbędne do tego jest założenie, że wraz z wprowadzeniem pola metrycznego g uzyskuje się rozwłóknienie składające się z krzywych, do którego styczne jest czasopodobne pole wektorowe V co ma pozwalać na zdefiniowanie odpowiednich operatorów rzutowych. Wówczas, jak stwierdza Stachel, V reprezentuje czteroprędkość obserwatora w wybranym układzie odniesienia, zaś (ortogonalny) rzut pola metrycznego – momentalny przestrzenny układ spoczynkowy każdego obserwatora (*ibid.*). W omawianym ujęciu proponuje się, że po wybraniu punktu odniesienia na każdej czasopodobnej linii świata, można przeprowadzić indywiduację wszystkich punktów na tej linii, analogicznie jak w przypadku STW (*ibid.*: 40). Ewolucję pól w tym kontekście Stachel rozważa w dwóch przypadkach: holonomicznym i nieholonomicznym. Pierwszy przypadek jest standardowym ujęciem w kontekście czasoprzestrzeni mających foliację 3+1. Wyróżnia się tutaj czas globalny, za czym idzie

⁸⁸ Należałoby dodać, że, dokładniej to ujmując, tego typu procedura gwarantuje jedynie częściową indywiduację punktów czasoprzestrzeni, ponieważ indukowanie czasoprzestrzeni przez działanie grupy na całej hiperpowierzchni jest *czysto* matematyczne.

możliwość określenia globalnych hiperpowierzchni przestrzennopodobnych (zob. rozdz. 4.3.3). Stachel jednak skupia się na przypadku nieholonomicznym:

Zwyczajowo wprowadza się trójkę ortonormalnych wektorów przestrzennopodobnych $e_i (i = 1, 2, 3)$ które razem z v pokrywają przestrzeń styczną w każdym punkcie rozmaiłości. Wówczas przyjmuje się, że składowe podanej czwórki dowolnego pola Φ , nazywane składowymi fizycznymi przez Piraniego, są mierzonymi przez obserwatora w danym układzie i w danym punkcie wielkościami fizycznymi. Przy założeniu, że każda krzywa w trójparametrycznym rozwłóknieniu jest fizycznie indywiduowana (...) w jakiś sposób i że wprowadzona jest pewna foliacja, mająca dostarczać czwartej indywiduującej wielkości, argument dziury zawodzi, bowiem rozwłóknienie i foliacja tworzą pole indywiduujące (...). Istotnie, nie potrzebujemy nawet foliacji. Tak jak w przypadku STW, jeżeli jedna hiperpowierzchnia przecinająca wszystkie włókna jest wybrana jako początek czasu własnego τ (to jest $\tau = 0$), wtedy czas własny na każdym włóknie dostarcza czwartą indywiduującą wielkość. Przekształcenie z jednego rozwłóknienia z określonymi czasami własnymi do drugiego jest jedynie zmianą etykiety indywiduacji (*ibid.*: 40 – 41, tł. D. Luty).

Prowadzi to jednak do następujących problemów. Jak się wydaje, Stachel uważa przede wszystkim, że zastosowanie teorii wiązek włóknistych do OTW pozwala na najlepszą reprezentację tego, jak punkty czasoprzestrzeni stają się określone ze względu na dany proces fizyczny. Oznacza to, że strukturalna indywiduacja punktów sprowadza się u niego do własności bycia częścią procesu fizycznego reprezentowanego za pomocą stosownych wiązek włóknistych. Jednakże, konsekwencją tego ujęcia, jak już sygnalizował Glick, jest to, że elementy procesu – zdarzenia – mogą być rozumiane jako indywidua. Ontologicznie mówiąc, niedopuszczalne jest jedynie przyznawanie im takiego statusu niezależnie od procesu fizycznego, co wydaje się zupełnie niekontrowersyjne. Jednakże wyjaśnienie, dlaczego sam proces należy traktować jako określony, stwarza pewne trudności.

Ponieważ Stachel *explicite* stwierdza, że w omawianym przezeń ujęciu rozmaiłość oraz metryka dane są łącznie (czyli czasoprzestrzeń tworzona jest przez pełną przestrzeń wiązki), może się wydawać, że wynika to z faktu, iż formalizm teorii wiązek bardziej naturalnie przyjmuje interpretację strukturalistyczną. Nie trzeba w pełni akceptować tego wniosku, jeżeli tylko zwróci się uwagę na to, jak Stachel, w ramach charakterystyki nieholonomicznego przypadku ewolucji pól fizycznych, opisuje sposób indywiduacji punktów czasoprzestrzeni przez proces fizyczny zdefiniowany jako cięcie wiązki (krzywa w rozwłóknieniu). Stachel w odnośnym opisie zakłada, że sam proces jest już określony („indywidualizowany”), co właściwie umożliwia indywiduację punktów czasoprzestrzeni. Jednakże, jeżeli części procesu przecinają poszczególne włókna przyporządkowane określonym punktom rozmaiłości bazowej, to nic nie stoi na przeszkodzie, aby stwierdzić, że tym, co indywidualizuje sam proces

są właśnie włókna tworzące wiązkę. To niesie ze sobą jednak ryzyko sprowadzenia DRS do stanowiska zaproponowanego w ramach dyskusji nad możliwościami uogólnienia (na, między innymi, teorie z cechowaniem) argumentu dziury – substancjalizmu wiązek włóknistych (zob. Healey 2001). Zwolennik tego stanowiska „będzie rozpatrywać wiązki, albo przynajmniej punkty przestrzeni wiązek (...), jako *indywidualne* substancje” (Lyre 1999: 9, tł. D. Luty; zob. również Arntzenius 2012: 150).

Holger Lyre (1999) wykazał, że substancjalistyczne traktowanie wiązek również może prowadzić do indeterministycznych konsekwencji. Uzasadnił on, dlaczego działanie określonego morfizmu na punktach przestrzeni wiązek zmienia ich uporządkowanie, a zatem – przy substancjalistycznym ich ujmowaniu – zmienia sytuację fizyczną (*ibid.*: 11). Jego konkluzje są następujące: „substancjalista nie ma żadnej możliwości utrzymania swojego stanowiska, ponieważ prawidłowe użycie izomorfizmu wiązek w uogólnionym argumente dziury wyklucza substancjalizm wiązek włóknistych w ten sam sposób, w jaki dyfeomorfizmy działające na różniczkowości prowadzą do odrzucenia substancjalizmu różniczkowości. (...) Uzyskujemy jasny wniosek: wiązki włókniste powiązane są z interpretacją relacjonistyczną” (*ibid.*, tł. D. Luty). Zwolennik DRS, jak się wydaje, nie powinien przyjmować czysto relacjonistycznego ujęcia wiązek. Trudno jest bowiem uzasadnić przy takim podejściu, dlaczego w ogóle powinniśmy rozpatrywać procesy jako coś określonego. Przekształcenia między rozwłóknieniami prowadzące jedynie do zmiany „etykiety indywiduacji”, o której pisze Stachel, są nieproblematyczne, jeżeli *dany proces jest już określony*. Jeżeli zechcielibyśmy zapytać zwolennika DRS, jak to określenie wyjaśnić, to może on, jak sądzę, zaproponować nam jedynie albo akceptację tego jako założenia (jak *de facto* Stachel czyni), albo substancjalistyczną interpretację wiązki. Uważam, że żadna opcja tworząca tę alternatywę nie jest w pełni satysfakcjonująca.

Jak sądzę, niewątpliwą zaletą podejścia Stachela jest to, że prezentuje on wewnątrzświatowy i strukturalistyczny sposób indywiduacji punktów. Ponadto, wskazany powyżej problem z substancjalizacją wiązek dotyczy bardzo niewielkiej części DRS i w związku z tym niekoniecznie jednoznacznie prowadzi do odrzucenia tego stanowiska. Zwolennik tego poglądu być może łatwo zdołałby odeprzeć sformułowany przeze mnie zarzut. Moim celem jest jedynie zasugerowanie, że, po pierwsze, konstruując strukturalistyczną ontologię czasoprzestrzeni warto poprzestać przy tensorowym formalizmie OTW ze względu na większą prostotę; po drugie, że dopuszczenie jakkolwiek rozumianych koncepcji indywiduacji do strukturalistycznego stanowiska może stwarzać pewne trudności. W związku z tym, proponuję rozważenie poglądu odmiennego od powyższej opcji – takiego, w którym

podważa się koncepcję strukturalnej indywidualności. To pozwoli, jak sądzę, skupić się na niepartykularystycznym charakterze punktów czasoprzestrzeni, którego będę starał się bronić ujmując punkty jako strukturalne *nie-indywidualia*.

6.6. Podsumowanie rozdziału

Chociaż wymienione i przeanalizowane powyżej stanowiska z pewnych określonych powodów wydają się, jak starałem się to przedstawić, zbyt problematyczne, to pewne ich aspekty są, w moim przekonaniu, wartościowe. Strukturalizmy esencjalne prowadzą do niepożądanych konsekwencji ze względu na założenia esencjalistyczne, ale udało się w nich wykazać, że teoria ról strukturalnych niekoniecznie stanowi trudność, oraz, że ontologiczną (współ)zależność obiektów od struktury można w interesujący sposób rozumieć zarówno transświatowo, jak i wewnątrzświatowo. Analizy obu wersji CRS wskazały, że podwójna rola tensora metrycznego powinna być w jakiś sposób uwzględniona w strukturalizmie czasoprzestrzennym. Jednakże, nieodzowne jest również adekwatne ujęcie obiektów, jeżeli stanowiska odnośnego typu mają nie redukować się do relacjonizmów. W przypadku DRS okazuje się, że, podobnie jak w kontekście esencjalizmów strukturalnych oraz CRS, w odpowiedzi na problemy tego stanowiska należy wprowadzić zmodyfikowane ujęcie obiektów – jako bytów, które w *ogóle* nie powinny być rozumiane jako indywidualia, nawet w osłabionej postaci. Ze względu na podane wyżej racje, wydaje się, że adekwatna ontologia czasoprzestrzeni powinna przyjąć inną postać.

Strukturalizmy czasoprzestrzenne inspirowane ontycznym realizmem strukturalnym

W niniejszym rozdziale realizuję dwa cele. Pierwszym z nich jest krytyczna analiza strukturalistycznych interpretacji fizyki czasoprzestrzeni zaproponowanych przez zwolenników dostępnych wersji OSR. Analizuję podjętą przez Frencha próbę uzasadnienia zgodności OSR z fizyką czasoprzestrzeni. Następnie rozpatruję stanowisko umiarkowanego ontycznego realizmu strukturalnego (MOSR) Esfelda i Lama. Później omawiam minimalny strukturalizm Ricklesa. Drugim celem jest sformułowanie własnego stanowiska dotyczącego ontologii czasoprzestrzeni, które nazywam silnym strukturalizmem metrycznym (SSM) oraz pokazanie, w jaki sposób pogląd ten pozwala na rozwiązanie trudności większości krytykowanych w tej pracy stanowisk.

7.1. Ontyczny czasoprzestrzenny realizm strukturalny

Jak przedstawiłem w rozdziale pierwszym, główni przedstawiciele OSR, odnosząc OSR do fizyki czasoprzestrzeni, część argumentacji dotyczącej trafności tego odniesienia oparli na autorytecie takich autorów jak Weyl czy Eddington. Pokazałem jednak w rozdziale 1, że to historyczne nawiązanie nie okazuje się owocne. W związku z tym, aby móc twierdzić, że OSR, tak jak został sformułowany przez Frencha bądź Ladymana, rzeczywiście pozwala na trafną interpretację fizyki czasoprzestrzeni, potrzebne jest odniesienie do przedstawionych przez tych autorów rozważań, które są niezależne od wspomnianych nawiązań. Skupię się na podejściu Frencha, czyli na tym, jak w ramach EOSR1 (rozdz. 3.1.1) rozwinął on ujęcie czasoprzestrzeni. French skoncentrował się przede wszystkim na roli, jaką czasoprzestrzeń może pełnić w kontekście jego stanowiska. Pokażę jednakże, dlaczego jego rozważania nie prowadzą do satysfakcjonujących konkluzji.

7.1.1. Rola czasoprzestrzeni w pierwszej wersji eliminacyjnego ontycznego realizmu strukturalnego

Ponieważ podjęta przez Frencha próba uzgodnienia EOSR1 z fizyką czasoprzestrzeni usytuowana jest w kontekście obrony tego stanowiska przed sformułowanymi przeciwko niemu zarzutami, zwięźle przypomnę główne problemy. Pierwszy z nich to zarzut z „relacji bez elementów relacji”, zgodnie z którym pełna eliminacja obiektów jest absurdem przy jednoczesnym głoszeniu autonomii ontycznej relacji, bowiem relacje z definicji zawsze określone są na obiektach. W związku z tym pojawiły się wątpliwości dotyczące tego, jak właściwie rozumiany jest w EOSR1 termin „struktura”, jeżeli do ontologii fizycznej mają być dopuszczalne tylko zbiory relacji. Odpowiadając na to, French zaproponował definicję struktury jako „wzajemnego przeplatania i powiązania praw i symetrii”. Drugi zarzut głosi, że tego typu eliminacjonizm prowadzi do hipostazowania struktury matematycznej, bowiem rzeczywista, konkretna struktura musi być powiązana z konkretnymi bytami – obiektami. Trzeci zarzut dotyczy niemożliwości wyrażenia spójnej koncepcji przyczynowości w terminach strukturalistycznych.

Przytoczona powyżej definicja struktury nadal może budzić zastrzeżenia, jednakże wskazuje ona, na co będzie zwracać uwagę zwolennik EOSR1 broniąc swojego stanowiska. Skupię się na odpowiedziach Frencha na drugi i trzeci zarzut, w których bezpośrednio odnosi się on do czasoprzestrzeni. Zacznę od problemu przyczynowości. French analizuje w tym kontekście zgodność teorii procesów przyczynowych Dowe’a (2000; 2007; 2009) z EOSR1. Zgodnie z odnośną teorią, związki przyczynowe zachodzą dla procesów, o których można stwierdzić, że spełniają zasady zachowania. French zauważa, że to podejście może być atrakcyjne dla zwolennika EOSR1 ze względu na powiązanie zasad zachowania z symetriami (French 2014: 223), co wynika z twierdzeń Noether (Wald 1984: 457; Brading, Brown 2003; Brown, Holland 2004). Jednakże, w kontekście OTW, jak już to omawiałem (zob. rozdz. 5.2.2), nie istnieją dobrze określone zasady zachowania dla energii grawitacyjnej, co jest niezwykle ważne z perspektywy realistycznej ontologii fizycznego pola. W kontekście twierdzeń Noether zasady zachowania da się sformułować jedynie dla takich metryk czasoprzestrzennych, które mają zerową krzywiznę, tj. metryk, dla których da się określić pole wektorowe Killinga. W przypadku czasoprzestrzeni z niezerową krzywizną na ogół nie ma takiej możliwości (Hawking, Ellis 1973: 62–63). Stąd zwolennik EOSR1 nie może bez kontrowersji rozwiązać problemu z przyczynowością łącząc swoją definicję struktury z prawami zachowania

i symetriami. French odpowiada na ten problem rozpatrując całkowitą redukcję struktury czasoprzestrzeni do struktury świata. Z tej perspektywy uznaje on, że to, czy dany proces jest procesem przyczynowym, czy nie, „zależy od struktury świata i jeżeli dostarcza ona takich warunków, w których stosowne symetrie występują, określone procesy mogą być nazwane przyczynowymi, lecz, ogólnie, nie musi tak być” (French 2014: 224, tł. D. Luty). Relację redukowalności struktury czasoprzestrzennej do struktury świata French omawia trochę szerzej w kontekście odpowiedzi na zarzut drugi. Niewątpliwie jednak sam wskazał, że nie da się ogólnie opisać w EOSR1 przyczynowości poprzez odniesienie do symetrii czasoprzestrzeni.

Odpowiadając na zarzut o hipostazowanie struktur abstrakcyjnych French stwierdza:

(...) byty abstrakcyjne nie istnieją w czasoprzestrzeni tak samo jako byty konkretne. Dużo zależy od tego, jak rozumiemy ideę istnienia „w” czasoprzestrzeni. Jeżeli rozumie się przez to, że byt ma określoną lokalizację czasoprzestrzeni przez cały czas swojego istnienia, wówczas, jak wskazuje Rosen (...), byty kwantowe mogą być rozumiane jako kontrprzykłady. Nawet jeżeli ktoś zechciałby przyjąć taki pogląd na zasadę nieokreśloności, a właściwie – na całą mechanikę kwantową, zgodnie z którym cząstki kwantowe zawsze mają określoną pozycję, to ważne i dobrze znane problemy z lokalizowalnością pojawiają się, gdy tylko przejdziemy do kwantowej teorii pola (...). W odniesieniu do struktury świata, pojawiają się oczywiste trudności dotyczące relacji między tą strukturą a czasoprzestrzenią. Niewątpliwie, jeżeli czasoprzestrzeń jest również rozumiana jako coś fundamentalnie strukturalnego oraz, co więcej, coś blisko powiązanego z przypuszczalną strukturą fizyczną, o którą nam tutaj chodzi, wówczas wyrażenie konkretności tej struktury w terminach jej związku ze strukturą czasoprzestrzenną nie będzie czymś oczywistym (*ibid.*: 199–200, tł. D. Luty).

To, w jaki sposób ten związek można by pokazać, French pozostawia do rozstrzygnięcia na gruncie przyszłej teorii kwantowej grawitacji (*ibid.*: 183; zob. również Hugget, Wüthrich 2013). Jednakże, w obliczu braku uznanej, empirycznie sprawdzonej i dojrzałej teorii tego typu French może albo zbagatelizować status ontologiczny czasoprzestrzeni (zwłaszcza ogólnorelatywistycznej), albo próbować naszkicować sposób, w jaki ewentualne próby uwzględnienia czasoprzestrzeni nie kolidują z czysto strukturalistycznym ujęciem teorii kwantowej. Opcja zignorowania kwestii istnienia czasoprzestrzeni nie wydaje się atrakcyjna, ponieważ oznaczałaby to przyznanie, że istnieje obszar fizyki fundamentalnej, do którego zwolennik EOSR1 nie wie jak się odnieść. French zatem decyduje się na drugą opcję. Odnośny szkic prezentuje on w kontekście zarzutu Psillosa (2006, 2009). Zarzut ten omówiłem w rozdz. 3.2.2 – dotyczy on niemożliwości skonstruowania czysto strukturalistycznego ujęcia przyczynowości. Celem dokonania rozróżnienia między przyczyną a skutkiem niezbędne jest, jak twierdzi Psillos, wprowadzenie elementów niestrukturalnych. Rozpatrzenie tego zarzutu

wyłącznie w kontekście odniesienia do czasoprzestrzeni⁸⁹ oznaczałoby uznanie, że jedno zdarzenie, będące przyczyną, „usytuowane jest” w *innym* punkcie czasoprzestrzeni niż zdarzenie, które jest skutkiem (French 2014: 214). Musiałoby to oznaczać, że Psillos *implicitie* zakłada w swojej argumentacji jakąś postać tezy substancjalizmu w odniesieniu do czasoprzestrzeni. French odpowiada na to następująco:

Oczywiście, przy substancjalistycznym poglądzie na przestrzeń, czas oraz/lub czasoprzestrzeń, związek [objektu indywiduowanego poprzez lokalizację czasoprzestrzenną – dop. D.L.] zachodziłby z czymś niestrukturalnym. Znowu jednak nie jest jasne, dlaczego miałoby to podważać OSR. Nie wydaje się, aby było cokolwiek niespójnego w utrzymywaniu strukturalistycznego poglądu na obiekty fizyczne oraz substancjalistycznego poglądu na czasoprzestrzeń, zwłaszcza w jego obecnym ‘wyrafinowanym’ wydaniu (...). Jednakże, jeżeli akceptacja substancjalistycznego podejścia byłaby uznana za coś wystarczającego do stwierdzenia, że własność „bycia w czasoprzestrzeni” jest własnością niestrukturalną, można przyjąć albo opcję relacjonistyczną, albo strukturalistyczną. W pierwszym przypadku relacje czasoprzestrzenne są ostatecznie sprowadzone do relacji między materialnymi obiektami i jeżeli te są odpowiednie zrekonceptualizowane, trudno dostrzec, co też niestrukturalnego zakrada się do szkicowanego tutaj obrazu. W drugim przypadku, jeżeli ktoś poczułby potrzebę, aby być w pełni spójnym strukturalistą nie tylko w odniesieniu do obiektów fizycznych, lecz również do czasoprzestrzeni, wtedy może podążyć śladami wcześniejszych strukturalistów, takich jak Cassirer czy Eddington, którzy rozumieli ogólną teorię względności w terminach struktur. Można też, bardziej współcześnie, powołać się na Steina, który argumentował, że przestrzeń, czy bardziej ogólnie – czasoprzestrzeń, jest „aspektem struktury świata” (*ibid.*, tł. D. Luty).

Sądzę jednak, że rozumienie czasoprzestrzeni w sposób zgodny z poglądem substancjalistycznym zdecydowanie nie jest nieproblematyczne w kontekście EOSR1. Nawet jeżeli akceptuje się pełen redukcjonizm makroskopowych obiektów fizycznych do struktur kwantowych, można argumentować, że indywiduacja odnośnych obiektów – na pewnym określonym poziomie świata fizycznego – poprzez lokalizację czasoprzestrzenną nie zostaje nagle unieważniona poprzez stwierdzenie ich redukowalności do czegoś bardziej elementarnego. Jeżeli więc w tym przypadku czasoprzestrzeń rozumiana jest substancjalnie, to przy przejściu do czysto strukturalistycznej ontologii materii zostawiamy za sobą czasoprzestrzenne indywidua w postaci punktów różnorodności. Istotnie, dla zwolennika EOSR1 bardziej korzystne, na pierwszy rzut oka, jest relacjonistyczne bądź strukturalistyczne interpretowanie czasoprzestrzeni. W pierwszym przypadku polega się na całkowitej redukcji czasoprzestrzeni do relacji między ciałami (można też stwierdzić – do relacyjnych własności

⁸⁹ Pomijam tutaj kwestie praw zachowania i symetrii w kontekście OTW.

ciał). W drugim przypadku, jak wykazywałem (rozd. 1), stanowiska Cassirera czy Eddingtona bynajmniej nie wspierają współczesnych wersji OSR. Należy zatem rozważyć, czy relacjonistyczne rozumienie czasoprzestrzeni bądź ujmowanie jej zgodnie z poglądem Steina istotnie rozwiązuje problem „niezupełności” EOSR1 ze względu na ontologię czasoprzestrzeni.

7.1.2. Strukturalistyczna redukcja czasoprzestrzeni

W przypadku relacjonistycznego ujęcia czasoprzestrzeni jako adekwatnego podejścia do ontologii OTW z perspektywy EOSR1 należy, jak sądzę, sformułować następujące spostrzeżenie. Uzasadnienie tego podejścia spoczywa całkowicie na trafności *obu* kroków redukcyjnych w rozumowaniu Frencha. Wówczas można przywołać krytykę relacjonistycznych interpretacji czasoprzestrzeni (zob. rozdz. 5). Nie wiadomo bowiem dlaczego mielibyśmy, wyłącznie w kontekście fizyki czasoprzestrzeni, rozdzielać wskazane podejście zwolenników EOSR1 od dostępnych wersji relacjonizmu (i ich trudności).

Pogląd, zgodnie z którym czasoprzestrzeń jest aspektem struktury świata zapożyczony został z dyskusji między Steinem (1977) a Grünbaumem (1977). Odnośne przekonanie reprezentowane było przez Steina w kontekście pytania: co mamy na myśli, kiedy twierdzimy, że dane pole tensorowe opisuje metrykę czasoprzestrzeni? (Stein 1977: 375). Grünbaum bezpośrednio łączy to pytanie ze sporem absolutystów/substancjalistów z relacjonistami i twierdzi, że absolutysta, uznający niezależne od bytów materialnych istnienie geometrycznej struktury czasoprzestrzeni, musi głosić, że metryka jest zawsze *metryką wewnętrzną* czasoprzestrzeni (Grünbaum 1977: 309). Relacjonista, w ujęciu Grünbauma, ma zawsze twierdzić, że standardy metryczne, zdefiniowane w oparciu o określone narzędzia pomiarowe (czyli pewne byty materialne) są „nakładane” na przestrzeń fizyczną, a zatem mają zewnętrzny w stosunku do niej charakter (*ibid.*: 316). W tym sensie absolutysta jest realistą wobec struktury czasoprzestrzennej, zaś relacjonista – antyrealistą. Wydaje się, że sam Grünbaum skłania się ku drugiej opcji (zob. Stein 1977: 380). Dla rozważań Frencha istotne są rozstrzygnięcia, które Grünbaum proponuje w odniesieniu do kwestii indywiduacji punktów rozmaitości czasoprzestrzennej (czy innej przestrzeni fizycznej) – twierdzi on bowiem, że, ogólnie, trudno jest przedstawić zasadę indywiduacji punktów pozwalającą uznać je za *konkretne byty fizyczne*, co podważa ujmowanie pola metrycznego jako metryki wewnętrznej czasoprzestrzeni (zob. Grünbaum 1977: 363–367). Grünbaum odnosi się do niestosowalności PII wobec punktów;

zasada ta jest natomiast traktowana przez French jako niezbędny sposób indywiduacji *obiektów fizycznych* (French 2001: 18–19).

Stein odrzuca ujęcie Grünbauma i uważa, że najbardziej problematyczne w przedstawionym przez tego autora poglądzie na spór absolutyzmu z relacjonizmem, i w konsekwencji na sposób podejścia do wyjściowego pytania, jest przekonanie, że strukturę metryczną można rozważać niezależnie od danej przestrzeni fizycznej. Jak zauważa Stein, epistemiczny dostęp do przestrzeni czy czasoprzestrzeni mamy wyłącznie poprzez metrykę, co rodzi pytanie: dlaczego w ogóle mielibyśmy oczekiwać w pełni niekontrowersyjnej metody fizycznej indywiduacji punktów? Grünbaum odpowiedział na to pytanie niejako wymijająco, odnosząc się do potocznego przykładu. Twierdzi on, że możemy rozpatrywać byty, które podlegają indywiduacji w oparciu o własności monadyczne niezależnie od ich relacyjnej charakterystyki, nawet przy założeniu, że relacje pełnią kluczową w danym przypadku rolę. Przytoczony zostaje przykład wujka Jacka. W tym przypadku wyróżniona własność bycia wujkiem jest oczywiście własnością relacyjną, jednakże nadal możemy scharakteryzować odnośny byt poprzez monadyczne własności określające konkretne byty przynależące do gatunku ludzkiego (Grünbaum 1977: 333). Stąd podobnie powinniśmy móc scharakteryzować punkty czasoprzestrzeni niezależnie od ich własności metrycznych (relacyjnych), a zatem jest sensowne oczekiwanie, aby w odniesieniu do przestrzeni fizycznej dało się określić, czy dana metryka jest wewnętrzna czy nie. Według Steina analogia między tego typu przykładem a ontologią fizyki jest, co zrozumiałe, głęboko nie trafna – do bytów znajdującym się w świecie otoczeniowym podmiotu ludzkiego możemy na ogół w nieproblematyczny sposób odnosić się ostensywnie. Nie jest to opcja dostępna w przypadku ontologii czasoprzestrzeni (Stein 1977: 393).

Jak podkreśla French (2001: 25), główna różnica między Grünbaumem a Steinem w myśleniu o świecie polega na tym, że pierwszy autor preferuje ontologię substancji, drugi natomiast woli myśleć o świecie w terminach struktur:

Cokolwiek istnieje, co ma fizyczną strukturę (...) – cząstki, pola – musi być odpowiednio powiązane z różnorodnością czasoprzestrzenną mającą określone, fundamentalne pole tensorowe spełniające równania Einsteina. Stąd, jeżeli rzeczywisty świat nie jest zbiorem pustym (!), musi on być scharakteryzowany poprzez określoną strukturę różnorodności z określonym polem (metryką Riemanna-Minkowskiego): pole jest, w tym sensie, „emanacyjnym skutkiem” istnienia czegokolwiek. (Uważam, że możemy rozsądnie rozumieć termin „emanacyjny skutek” jako nieodnoszący się do czegoś „stworzonego”, czy „będącego rezultatem działania przyczynowego, lecz raczej będziemy rozumieć „emanacyjny skutek” jako coś, czego istnienie *jest pociągane przez* – czy też „wypływa z” – naturę *czegokolwiek*) (...). Kluczowy punkt widzenia, który próbowałem

wyjaśnić jest, moim zdaniem, uznawany także przez Riemanna (...): przestrzeń, czy też struktura geometryczna, jest *aspektem struktury świata*. Jeżeli w ten sposób nie myśli się, na pierwszy rzut oka, o przestrzeni jako o odrębnej „rzeczy” to widać, dlaczego pytanie o to, co jest dla niej „wewnętrzne”, nie może brzmieć inaczej niż: „ze składników czy aspektów fizycznej struktury, które z nich nazywamy ‘przestrzennymi’ bądź ‘geometrycznymi?’” (Stein 1977: 396–397, tł. D. Luty).

French (2001: 27–28) *explicitie* akceptuje powyższe poglądy Steina i traktuje je jako wyrażenie idei współczesnego EOSR1 dotyczącej rekonceptualizacji obiektów w strukturalnych terminach. Nie wyjaśnia on dokładnie związku odnośnej idei z poglądem Steina, podkreślając jedynie, że w tym przekonaniu rozdziela się założenia formalne obecne na poziomie matematycznej reprezentacji od postulowania bytów autentycznie fizycznych, które nie muszą należeć do ontologicznej kategorii obiektów. Z tego też powodu French podważa propozycję Hoefera (zob. rozdz. 5.2.2), aby punkty różnistości czasoprzestrzennej traktować jako obiekty pozbawione pierwotnej tożsamości. Wymagałoby to bowiem niestandardowej teorii mnogości pozwalającej na opisanie punktów jako nie-indywiduów (zob. rozdz. 3.1.1), a taka teoria może wydawać się czymś nienaturalnym w kontekście fizyki relatywistycznej (French 2001: 23–24).

Uważam, że nie trzeba zgadzać się na ujęcie Frencha, zgodnie z którym pogląd Steina jest jedną z lepszych strukturalistycznych interpretacji czasoprzestrzeni w ramach nurtu OSR. Po pierwsze, stanowisko głoszące, że czasoprzestrzeń jest aspektem struktury świata niewiele się różni od relacjonizmu (tak jak go rozumie French) *w kontekście samego sporu o naturę czy sposób istnienia czasoprzestrzeni*. Należy bowiem podkreślić, że pogląd Steina sformułowany został w ramach rozważań dotyczących sensowności pojęcia wewnętrznej metryki w odniesieniu do fizycznej czasoprzestrzeni. Jak widzieliśmy, jednym z elementów odpowiedzi Steina było odrzucenie dychotomii substancjalizm – relacjonizm, jeżeli jest ona sformułowana w oparciu o pojęcie metryki wewnętrznej. Odnośne rozróżnienie jest bowiem całkowicie neutralne względem określonego przedmiotu badań fizyki relatywistycznej. Stein jedynie podaje, jego zdaniem słuszny, taki sposób rozumienia tegoż przedmiotu, który nie generuje pseudoproblemów. Łączy się to bezpośrednio z przytoczonym już przez mnie przekonaniem Steina⁹⁰ (zob. rozdz. 6.4.1), że jeżeli dana struktura fizyczna jest scharakteryzowana teoretycznie i dobrze opisana z perspektywy praktyki badawczej, to

⁹⁰ Należy podkreślić, że chociaż zarówno Dorato (rozdz. 6.4), jak i French odnoszą się do Steina, czynią to w odmienny sposób.

wszelkie dodatkowe pytania, przykładowo o to, czy ta struktura rzeczywiście istnieje, są zbędne.

Twierdzę, że nie powinno się ignorować wymienionych wyżej szczegółów dotyczących stanowiska Steina, wskazują one bowiem na to, jak różni się debata, w którą zaangażowany był odnośny autor, od współczesnej dyskusji dotyczącej natury czasoprzestrzeni oraz od współczesnych prób sformułowania strukturalizmu czasoprzestrzennego. Tak naprawdę nie wiadomo, na ile wyjęty z pierwotnego kontekstu pogląd, że czasoprzestrzeń jest aspektem struktury świata, różni się od stanowiska relacjonistycznego. Poza tym kontekstem odnośne stwierdzenie wyraża jedynie pełną zależność struktury czasoprzestrzennej od materialnej struktury świata. Główny problem, jaki można tutaj sformułować, dotyczy jednakże nie samej redukcji czasoprzestrzeni do relacji między cząstkami czy polami, ale tego, że OTW, która wymagałaby strukturalistycznej interpretacji z perspektywy którejś wersji OSR, zdaje się w ogóle takiej interpretacji nie uzyskiwać, jeżeli wykorzystać tylko i wyłącznie pogląd Steina.

Co interesujące, Ladyman, proponujący inną wersję EOSR niż French, jest w pełni świadomy, że strukturalistyczna interpretacja czasoprzestrzeni wymaga dopuszczenia przynajmniej pewnego stopnia niezależności geometrycznej struktury czasoprzestrzeni od ciał, zdarzeń czy zwykłych pól fizycznych. Odnosząc się do kwestii strukturalistycznej interpretacji czasoprzestrzeni, Ladyman wymienia jako pogląd najtrafniejszy stanowisko DiSalle'a (1994) i przywołuje jego stwierdzenie, że „struktura czasoprzestrzeni powinna być zaakceptowana jako istniejąca pomimo tego, że nie superwenuje ona na rzeczywistości punktów czasoprzestrzeni” (Ladyman *et al.* 2007: 143). Ladyman niestety w ogóle nie rozwinął swojej własnej interpretacji ontologii OTW, poprzestając na wskazywaniu poglądów innych autorów jako rzekomo zgodnych z jego EOSR2 (zob. Ladyman 2001). Natomiast w przypadku podejścia Frencha należy mówić o jakiejś formie redukcji czasoprzestrzeni do dynamicznej struktury świata, gdzie nie została przedstawiona autentycznie strukturalistyczna interpretacja OTW. Trzeba jednak zauważyć, że w kontekście odpowiedzi na problem przyczynowości French zasygnalizował tego typu podejście, chociaż nie okazało się ono trafne.

Po drugie, podważyć można przekonanie Frencha dotyczące niepoprawności interpretacji punktów czasoprzestrzeni jako nie-indywiduów. Raczej nikt nie podjąłby się próby przeformułowania całej fizyki czasoprzestrzeni z myślą o niestandardowej teorii mnogości. Przywołane powyżej przekonanie Frencha nie wydaje się w pełni konsekwentne w świetle jego własnego stanowiska EOSR1. French bowiem sytuuje założenia teoriomnogościowe, sprzyjające rozumieniu bytów tworzących ontologię danej teorii jako obiektów, na poziomie reprezentacji, która niekoniecznie odzwierciedla rzeczywistość, do której odnoszą się

fundamentalne teorie fizyczne. Nie wiadomo, dlaczego pogląd ten nie miałby obejmować, w jakiejś postaci, również OTW.

Możemy przyjmować, że punkty różnaitości reprezentowane są teoriomnogościowo, ale – w świetle dyskusji nad argumentem dziury (zob. rozdz. 4 i 5) – nie musimy zgadzać się, że te założenia teoriomnogościowe dyktują nam, jaki te punkty mają status ontologiczny (z perspektywy fizyki czasoprzestrzeni). Widać to zwłaszcza, jeżeli przypomnimy sobie, co dokładnie znaczy zinterpretować punkty różnaitości różniczkowalnej jako indywidua – a znaczy to przyjąć *quasi*-absolutność różnaitości (zob. rozdz. 4.3.1). Mamy dobre powody, aby tego założenia nie akceptować. Pamiętając o różnicy między cząstkami kwantowymi oraz punktami czasoprzestrzeni (zob. rozdz. 3.3.4), dlaczego jednak nie zaproponować ontologicznej interpretacji punktów jako *pewnego typu* nie-indywiduów, jeżeli ta interpretacja jest uzasadniona i mogłaby okazać się trafna bądź przynajmniej interesująca? W takiej sytuacji, w zgodzie z Frenchem, zorientowane na obiekty założenia teoriomnogościowe rozumielibyśmy jako *narzędzia* potrzebne do sformułowania reprezentacji przydatnych w praktyce badawczej i jednocześnie nie traktowalibyśmy tych reprezentacji jako dosłownego odwzorowania rzeczywistości. French wydaje się odrzucać możliwość, w której manewr Poincarégo (zob. rozdz. 3.3.4) rozumiany jest nieeliminacjonistycznie; tymczasem nic w samym interpretacyjnym podejściu do reprezentacji matematycznej takiej opcji nie blokuje. Dlatego, jak uważam, French wydaje się być niekonsekwentny, mocno ograniczając zakres stosowalności tego podejścia wyłącznie do sytuacji, w których celem jest całkowita eliminacja obiektów.

French i Ladyman wyznaczyli bardzo interesujący kierunek w filozoficznej refleksji nad nauką. Niestety, nie udało im się przedstawić, w moim przekonaniu, satysfakcjonującej, strukturalistycznej interpretacji ontologii fizyki czasoprzestrzeni.

7.2. Umiarkowany ontyczny realizm strukturalny

Ze względu na liczne trudności EOSR (zob. rozdz. 3.3) Esfeld i Lam zaproponowali słabszą wersję OSR – umiarkowany ontyczny realizm strukturalny (MOSR, zob. wstęp do rozdz. 2). W odróżnieniu od zwolenników EOSR, nie formułują oni żadnych założeń dotyczących modalnej charakterystyki struktury i praw przyrody. Przede wszystkim w MOSR nie eliminuje się całkowicie kategorii obiektów z ontologicznych interpretacji teorii fizycznych. Omawiane stanowisko można ogólnie przedstawić następująco (zob. Esfeld, Lam 2008):

- (1) Obiekty nie mają własności wewnętrznych.
- MOSR** (2) Zarówno obiekty, jak i relacje są ontologicznie fundamentalne, a także ściśle współzależne.

7.2.1. Ontologiczna równorzędność obiektów i relacji

Esfeld i Lam w pierwszej kolejności rozpatrują MOSR w kontekście trudności ESR związanych z rozróżnieniem na naturę i strukturę (zob. podrozdz. 1.5.3), a następnie krytykują reakcje zwolenników EOSR na ten właśnie problem⁹¹. Termin „natura” Esfeld i Lam rozumieją po prostu jako synonim terminu „własność wewnętrzna”. W odniesieniu do wskazanej trudności stwierdzają oni, po pierwsze, że w ESR nie jest możliwe sformułowanie argumentu na rzecz realizmu naukowego. ESR miał bowiem łączyć zalety zarówno argumentu z braku cudów, będącego argumentem na rzecz realizmu, oraz argumentu z pesymistycznej metaindukcji, natomiast „jeżeli istnieje zmiana teoretyczna, istnieje również zmiana w naszych poglądach dotyczących struktury. W tym przypadku jednak wszystkie dobrze znane argumenty z historii nauki przeciwko kumulatywnemu postępowi na poziomie teoretycznym (...) odnoszą się również do naszego ujęcia struktury. W rezultacie, realizm strukturalny jako taki nie ratuje realizmu naukowego od standardowych zarzutów podnoszonych przeciwko temu stanowisku. W naszym omówieniu założymy zatem realizm naukowy, jednakże nie zamierzamy wykorzystać realizmu strukturalnego celem wsparcia realizmu naukowego” (Esfeld, Lam 2008: 29, tł. D. Luty). Niezależnie od sporu o realizm, ESR rozumiany może być jako stanowisko dotyczące granic poznawczych: poznajemy jedynie strukturę świata, nie zaś wewnętrzne własności partykularnych bytów. Takie ujęcie niesie ze sobą jednak założenie ontologiczne, zgodnie z którym odnośne własności *istnieją*, choć są *niepoznawalne*. Jako główną argumentację na rzecz istnienia własności wewnętrznych Esfeld i Lam przytaczają następujące rozumowanie (zob. Langton 2007: 22): „(1) Relacje wymagają elementów na których są określone, to znaczy obiektów, między którymi zachodzą relacje; (2) Obiekty te muszą być czymś samym w sobie, to jest, mają z konieczności pewne własności wewnętrzne niezależnie od relacji, w których się znajdują – nawet jeżeli relacje nie superwenują na własnościach

⁹¹ Esfeld i Lam nie rozróżniają wersji EOSR, skupiając się na poglądach przedstawionych wspólnie przez Frencha i Ladymana.

wewnętrznych i nawet jeżeli nie możemy poznać tych własności” (Esfeld, Lam 2008: 29, tł. D. Luty).

Z tej perspektywy zwolennicy MOSR rozumieją (wczesną postać) EOSR (French, Ladyman 2003) jako stanowisko, w którym odrzuca się obie części argumentu na rzecz istnienia własności wewnętrznych. Esfeld i Lam analizują trzy argumenty na rzecz EOSR. Pierwszym jest argument MU formułowany w odniesieniu do fizyki kwantowej (zob. podrozdz. 3.1), wobec którego Esfeld i Lam nastawieni są krytycznie, w sposób podobny do tego przedstawionego przez Dorato (2016; zob. podrozdz. 3.3.4). Drugim jest argument ze spójności między metafizyką a epistemologią. Jeżeli postuluje się istnienie niepoznawalnych własności, to generuje to niezgodność między tymi dwoma dziedzinami: jeżeli w metafizyce głosi się, że podstawowymi składnikami rzeczywistości są obiekty mające własności wewnętrzne, a refleksja epistemologiczna wskazuje, że są one niepoznawalne, to można twierdzić, iż uwzględnienie tychże własności jest arbitralne. Stąd eliminacja obiektów pozwala uniknąć problemu z „ukrytymi naturami” (Esfeld, Lam 2008: 30). Trzeci argument głosi natomiast, że:

Tak czy owak musimy rozpatrzyć w naszej metafizyce relacje (strukturę). Nie jest możliwe sprowadzenie wszystkich relacji do własności wewnętrznych. Nawet jeżeli świat składa się z obiektów, których fundamentalne własności są wewnętrzne, to muszą istnieć jakieś relacje: przynajmniej relacje czasoprzestrzenne, które nie superwenują na – i stąd nie są redukowalne do – własnościach wewnętrznych (...). Jednakże, można podważać to, czy musimy uwzględnić w naszej metafizyce zarówno relacje, jak i własności wewnętrzne. Oszczędność (brzytwa Ockhama) mówi nam, że nie powinniśmy uznawać bytów, jeżeli nie jest to konieczne. Stąd twierdzi się, metafizyka realizmu strukturalnego jest oszczędna, ponieważ nie rozpatruje się w niej niczego ponad konieczność, to znaczy – relacje (strukturę) (*ibid.*, tł. D. Luty).

Jako główny zarzut przeciwko EOSR Esfeld i Lam traktują zarzut o relacje bez elementów relacji (zob. podrozdz. 3.3.3), ma on bowiem wykazywać, że ontologia EOSR jest *zbyt* oszczędna oraz, że koncepcja autonomii bytowej relacji ma sens tylko wtedy, gdy przypisze się relacjom status czegoś w rodzaju platońskich uniwersaliów (zob. Esfeld, Lam 2008: 31). Zdaniem przywołanych autorów oznacza to, że EOSR jest nieadekwatny w odniesieniu do świata fizycznego, bowiem konkretne relacje zawsze określone są na konkretnych obiektach. Oczywiście, jak już sygnalizowałem, EOSR rozwinęło się do znacznie bardziej wyrafinowanych postaci niż to prezentowane w rekonstrukcji Esfelda i Lama.

Ze względu na (i) niespójności w ESR związane z postulowaniem istnienia czegoś, co jest niepoznawalne; (ii) akceptację poprawności zarzutu z relacji bez elementów relacji; (iii) akceptację poglądu, że kategoria struktury jest istotna w charakterystyce ontologii fizyki,

zwolennicy MOSR uznają zmodyfikowaną pierwszą część argumentu za istnieniem własności wewnętrznych (*ibid.*):

Umiarkowany realizm strukturalny proponuje, że istnieją obiekty, które charakteryzowane są nie przez własności wewnętrzne; jest tak, że wszystko, co można stwierdzić o obiektach, sprowadza się do relacji, w których one się znajdują. Dopuszczenie obiektów pozwala na empiryczne zakotwiczenie relacji. W rezultacie, stanowisko to nie jest dotknięte przez standardowy argument przeciwko radykalnemu realizmu strukturalnemu (...). Zgodnie z omawianym poglądem, ani obiekty, ani relacje (struktura) nie mają ontologicznego priorytetu w świecie fizycznym: znajdują się na tej samej stopie i obie te kategorie tworzą fundament ontologiczny. Nie ma sensu ontologiczne wyróżnianie obiektów, ponieważ zamiast ich własności wewnętrznych istnieją tylko relacje, w których się one znajdują. Innymi słowy, obiekt jako taki jest niczym innym jak tym, co jest nośnikiem relacji. W odniesieniu do relacji, nie ma sensu przypisanie im ontologicznego priorytetu, ponieważ dopóki istnieją one w fizycznym świecie, to istnieją jako relacje między obiektami. Podsumowując, gdy rozpatruje się świat fizyczny, istnieje wzajemna zależność między obiektami a strukturą (relacjami) – zarówno ontologiczna jak i konceptualna: obiekty ani nie mogą istnieć, ani być pomyślane bez relacji, w których się znajdują, zaś relacje ani nie mogą istnieć w świecie fizycznym, ani być pomyślane jako jego struktura, gdy nie ma obiektów, które znajdują się w relacjach (*ibid.*: 31–32, tł. D. Luty).

Esfeld i Lam uważają, że stanowisko to pozwala zarówno na uspojnienie metafizyki z epistemologią, jak i na odpowiednio oszczędną ontologię fizyki. W pierwszym przypadku jest tak, ponieważ nie postuluje się istnienia czegoś niepoznawalnego. W drugim przypadku natomiast oszczędność polega na niewłączaniu do ontologii własności teoretycznie nadmiarowych (*ibid.*: 32). Zauważają jednak w tym kontekście możliwą trudność swojego stanowiska. Rozważają pytanie o to, czy rzeczywiście istniejące obiekty nie wymagają istnienia własności wewnętrznych jako tego, co pozwala na sformułowanie warunków tożsamościowych dla tychże obiektów (*ibid.*). Problemem może być to, że brak własności wewnętrznych oznacza brak kryteriów tożsamości obiektów, w związku z czym nie należy ich włączać do ontologii. Oczywiście, choć Esfeld i Lam nie robią tego *explicite*, czyni się tutaj odwołanie do słynnego sloganu Quine'a „nie ma bytu bez tożsamości” (*no entity without identity*). Da się zatem MOSR sprowadzić do EOSR, bowiem prawomocnie uznać można w nim jedynie istnienie relacji. W odpowiedzi na ten problem Esfeld i Lam twierdzą, że kryteriów tożsamości mogą dostarczyć same relacje. Przytaczają oni następujący przykład: jeżeli *A* jest większe niż *B*, cięższe niż *C*, itd., to te własności relacyjne pozwalają na odróżnienie *A* od *B* i *C* oraz umożliwiają nieproblematyczne odniesienie do określonego bytu *A*. Co podkreślają omawiani autorzy, własności relacyjne ze względu na które obiekty mają swoją kontekstualną tożsamość, trzeba

rozpatrywać zawsze w konkretnych przypadkach, na przykład uwzględniając, jaki rodzaj tworzy dany zbiór obiektów (*ibid.*).

Należy zatem stwierdzić, że w MOSR zakłada się zgodność tego stanowiska z jakąś postacią koncepcji strukturalnej indywiduacji (zob. rozdz. 6). Omawiając to zagadnienie Esfeld i Lam wskazują jednakże na okoliczności, w których tego typu indywiduacja zawodzi. Przytaczają oni sytuację stanów splątanych cząstek kwantowych tego samego rodzaju oraz sytuację symetrycznych modeli czasoprzestrzeni, gdzie relacje metryczne między punktami są takie same (*ibid.*: 33). Wniosek, jaki zwolennicy MOSR wyprowadzają z niemożliwości w pełni ogólnej stosowalności koncepcji strukturalnej indywiduacji, jest następujący:

W przypadkach, w których ani własności wewnętrzne, ani relacje nie mogą dostarczyć warunków tożsamościowych, można po prostu przyjąć numeryczną odróżnialność (wielość) – między układami kwantowymi czy punktami czasoprzestrzeni – jako coś pierwotnego (...). Numeryczne rozróżnienie mówi nam, że istnieje liczba obiektów, która jest większa niż jeden – w wielu przypadkach kwantowego splątania nawet określona i skończona liczba obiektów – i to wszystko, czego się za jej pomocą dowiadujemy. Numeryczne rozróżnienie nie jest pierwotną tożsamością, bowiem nie konstytuuje ono tożsamości w czasie, czy jakiegokolwiek innej tożsamości, która nie jest empirycznie dostępna. Zaakceptowanie numerycznego rozróżnienia jako czegoś pierwotnego jest umotywowane przez przypadki w fizyce – splątanie kwantowe, punkty czasoprzestrzeni – w których istnieje wielość obiektów, gdzie nie są one odróżnione od siebie ani własnościami wewnętrznymi, ani relacjami w jakich się znajdują. Ponadto pierwotna tożsamość nie jest dostępną drogą, ponieważ istnieją silne fizyczne argumenty przeciwko stosowaniu tej koncepcji. Ta empiryczna sytuacja – i w związku z tym motywacja stojąca za uznaniem numerycznej odróżnialności jako czegoś pierwotnego – jest niezależna od realizmu strukturalnego. Dowolne stanowisko w metafizyce nauki musi uwzględnić tę empiryczną sytuację (*ibid.*, tł. D. Luty).

W EOSR1 zaproponowano dystynkcję między tożsamością, indywidualnością i odróżnialnością. Można stwierdzić, że w MOSR jako odmienne od tych pojęć traktuje się również pojęcie *numerycznej wielości*. Jak wskazywałem, pierwotność numerycznej wielości punktów czasoprzestrzeni akceptowana jest w inny sposób w substancjalizmie metrycznym Hoefera (zob. podrozdz. 5.2.2.) oraz w esencjalizmie strukturalnym Gołosza (zob. rozdz. 6.2.1). Jednakże w tych przypadkach owo założenie okazało się niewystarczające. Tym, co odróżnia akceptację pierwotnej numerycznej wielości w MOSR od podobnej decyzji w innych stanowiskach, to ujmowanie jej niezależnie od faktów modalnych (inaczej niż w esencjalizmie strukturalnym) oraz akceptacja – do pewnego stopnia – PII (inaczej niż w substancjalizmie metrycznym, a także, co należy zauważyć, inaczej niż w EOSR1 i EOSR2). Pierwsza kwestia wskazuje na *wewnętrzne* rozumienie strukturalistycznej ontologii czasoprzestrzeni.

Druga kwestia wyłoniła się w ramach odpowiedzi Esfelda i Lama na krytykę, z jaką spotkał się MOSR. Stwierdzili oni bowiem, że „uwzględnienie przez nas numerycznej rozróżnialności jako czegoś pierwotnego jest powodem dla którego musimy założyć, że obiekty i relacje są współzależne oraz są, ontologicznie, na tej samej stopie: dostajemy jednocześnie relacje i ich elementy jako wewnętrzną strukturę całości; żadne z nich nie jest eliminowalne czy redukowalne do drugiego. Nie możemy pozbyć się obiektów, to bowiem może prowadzić do absurdu; nie możemy wyróżnić ani relacji, ani własności wewnętrznych dyskredytując obiekty, bowiem nie możemy ująć obiektów jako wiązek relacji czy jako wiązek własności wewnętrznych. Zawodzą one bowiem w odróżnianiu obiektów w przypadku kwantowego splątania, jak również w przypadku punktów czasoprzestrzeni. Nie możemy również wyróżnić obiektów, to bowiem wymuszałyby założenie pierwotnej tożsamości” (*ibid.*: 34, tł. D. Luty).

OTW interpretowana jest przez Esfelda i Lama, w świetle założeń MOSR, w następujący sposób. Zakłada się dla uproszczenia rozważań, że modelem czasoprzestrzeni jest dwójka (M, g) , pomija się zatem tensor energii-pędu. W pierwszej kolejności zwolennicy MOSR wskazują na zasadnicze kłopoty związane z odniesieniem ESR i EOSR do OTW. Z perspektywy ESR trzeba założyć istnienie (niepoznawalnych) własności wewnętrznych punktów czasoprzestrzeni. Oznacza to, że punkty są indywiduowane niezależnie od własności metrycznych, tj. niezależnie od dynamiki związanej z polem metrycznym, a zatem bezpośrednio prowadzi to do problemów, które ukazuje argument dziury (zob. rozdz. 4.3.3). W EOSR unika się tego typu trudności, ponieważ kwestia indywiduacji punktów, w rekonstrukcji tego stanowiska przedstawionej przez Esfelda i Lama, w ogóle nie występuje ze względu na eliminację tychże bytów z ontologii OTW⁹² (Esfeld, Lam 2008: 36). Nie jest to jednakże właściwa, zdaniem przywołanych autorów, strategia. Nawiązując do zarzutu o relacje bez elementów relacji pytają oni retorycznie: „W konkretnych terminach, co relacja czasoprzestrzenna (współtworząca strukturę czasoprzestrzeni) wiąże ze sobą? W jaki sposób struktura czasoprzestrzeni może być reprezentowana wyłącznie przez metrykę, bez żadnego odniesienia do punktów czasoprzestrzeni, skoro tensorowe pole metryczne jako takie jest zdefiniowane jako przypisanie tensora metrycznego każdemu punktowi rozmaitości?” (*ibid.*, tł. D. Luty). Chociaż sama rozmaitość różniczkowalna nie posiada znaczenia fizycznego ze

⁹² Dokładnie przedstawione przeze mnie w rozdz. 7.1 poglądy Frencha dotyczące strukturalizmu czasoprzestrzennego nie kłócą się z przywoływanym tutaj eliminacjonistycznym podejściem względem punktów, bowiem, jak widzieliśmy, punkty są, w przekonaniu Frencha, w pełni redukowalne do dynamicznej struktury świata.

względu na ogólną współmienniczość OTW, Esfeld i Lam przyznają, że jest ona konceptualnie niezbędna do zdefiniowania metryki w odnośnej teorii (zob. również Dorato, Pauri 2006) i dlatego całkowita eliminacja punktów nie jest trafną decyzją interpretacyjną (*ibid.* 36–37). Zdaniem omawianych autorów, właściwy jest pogląd, zgodnie z którym to, co istnieje, to

sieć relacji czasoprzestrzennych między punktami czasoprzestrzennymi, które nie mają żadnych wewnętrznych własności ponad tym, że są nośnikami relacji. Struktura czasoprzestrzenna jest reprezentowana przez tensorowe pole metryczne Lorentza razem z czterowymiarową różniczkowalną, na której pole to jest zdefiniowane. Samo pojęcie klasy równoważności (różniczkowalności lorentzowskich) utworzone poprzez dyfeomorfizmy jest rozumiane w terminach strukturalnych. O ile pole metryczne ugruntowuje wszystkie chronogeometryczne, inercjograwitacyjne (czy afiniczne) i przyczynowe relacje (tak jak jest to opisane przez OTW), to jest, wszystkie fundamentalne relacje czasoprzestrzenne, wtedy istnieje naturalny sposób interpretowania tego pola jako struktury fizycznej, czyli jako sieci fizycznych relacji między obiektami fizycznymi (*ibid.*: 37, tł. D. Luty).

W tym kontekście pojawia się w ramach MOSR kwestia odróżnialności punktów czasoprzestrzeni i w związku z tym zagadnienie PII. Esfeld i Lam stwierdzają, że „istnieją obiekty, które nie mają wewnętrznej tożsamości, lecz są słabo odróżnialne poprzez pewne znaczące, fizyczne relacje, które są symetryczne i niezwrótne” (Lam, Esfeld 2012: 254, tł. D. Luty). Oczywiście, autorzy ci odnoszą się do nieabsolutnych koncepcji odróżniania obiektów (zob. rozdz. 5.3.3). Podkreślają oni, że słabo odróżniające relacje jedynie pozwalają stwierdzić numeryczną wielość obiektów, ale ta musi być założona osobno – relacje odnośnego typu nie mogą ich konstytuować w sensie ontologicznym (Esfeld, Lam 2012: 254). Zwolennicy MOSR przywołują jednakże przykład metody współrzędnych wewnętrznych Bergmanna–Komara (rozdz. 5.3.3) i twierdzą, bez szczegółowych uzasadnień, że pozwala ona na *absolutne* odróżnianie punktów ze względu na strukturę metryczną czasoprzestrzeni (*ibid.*: 253). Ponieważ warunki tożsamościowe są w pełni określone przez odnośną strukturę, Esfeld i Lam sądzą, że absolutnie odróżnione punkty nie posiadają wewnętrznej tożsamości (*ibid.*), jednocześnie podkreślając, że absolutna odróżnialność nie jest koniecznym założeniem MOSR, ale jest z tym stanowiskiem w jakiś sposób zgodna (Esfeld, Lam 2008: 39; Lam, Esfeld 2012: 254) – kluczowe jest zatem stwierdzenie, że obiekty są *przynajmniej* słabo odróżnialne. Jak się wydaje, uwzględnienie przez Esfelda i Lama obu sposobów odróżniania punktów ma służyć pokazaniu, że w ich stanowisku możliwe jest odniesienie się do dwóch ogólnych typów czasoprzestrzeni: z zerową i niezerową krzywizną (Lam, Esfeld 2012: 254). Absolutna odróżnialność (w ujęciu Esfelda i Lama) miałaby pozwalać na wprowadzenie dystynkcji w czasoprzestrzeniach zakrzywionych, natomiast słaba odróżnialność przede wszystkim

w czasoprzestrzeniach symetrycznych, w których metoda Bergmanna–Komara nie ma zastosowania. Niewątpliwie jednak zwolennicy MOSR przyznają priorytet koncepcji słabej odróżnialności.

Powyższe ujęcie sformułowane jest z myślą o tensorowej postaci OTW. Esfeld i Lam rozpatrują ponadto w zwięzły i ogólny sposób zgodność MOSR z OTW sformułowaną przy pomocy teorii wiązek włóknistych (zob. podrozdz. 6.5.2). Stwierdzają oni:

Twierdzimy o sformułowaniu OTW przy pomocy teorii wiązek włóknistych, że naturalnie zyskuje ono interpretację zgodną z umiarkowanym realizmem strukturalnym i że ujmuje ono w precyzyjny, geometryczny sposób pewne interpretacyjne stwierdzenia wyrażone w ramach sformułowania tensorowego:

(1) Odwzorowania między przestrzenią bazową a włóknami kodują strukturalną tożsamość punktów czasoprzestrzeni (to częściowo koresponduje ze strukturalną tożsamością uzyskiwaną za pomocą pola metrycznego w standardowym, tensorowym sformułowaniu).

(2) Przestrzeń bazowa nie może być rozpatrywana niezależnie od włókien (i *vice versa*) – przestrzeń bazowa i włókna są „połączone”. Przestrzeń bazowa musi być ujęta w ramach całości struktury wiązek (w oczywisty sposób koresponduje to do odrzucenia jakiegokolwiek ontologicznej niezależności nagiej różniczkowalnej w ramach standardowej sformułowania tensorowego).

(3) Aktywna ogólna współmienniczość jest naturalnie pojęta w fizycznie znaczący sposób jako niezmienniczość pod zachowującymi włókna automorfizmami (...), gdzie silny związek z dyfeomorfizmami działającymi na przestrzeni bazowej jest wyraźny; zablokowane są tutaj mylące (występujące w założeniach argumentu dziury) rozważania (to odpowiada fizycznie znaczącej interpretacji aktywnej dyfeomorficznej niezmienniczości w standardowym, tensorowym sformułowaniu) (*ibid.*: 41, tł. D. Luty).

Znamienne dla MOSR jest to, że kwestię strukturalistycznie ujmowanej natury czasoprzestrzeni oddziela się w tymże stanowisku od kwestii stosunku czasoprzestrzeni do materii, a zatem od głównego problemu klasycznego sporu między Leibnizem i Clarkiem. Powody stojące za taką decyzją związane są z podwójną rolą pola metrycznego (zob. podrozdz. 5.1.1), która implikuje metafizyczne niedookreślenie⁹³ tegoż pola: dostępna jest interpretacja raczej substancjalistyczna, zgodnie z którą jest to pewne wyróżnione pole fizyczne, oraz interpretacja raczej relacjonistyczna, w której głosi się, że jest to jedynie jedno z wielu „zwykłych” pól (zob. podrozdz. 5.2.2):

Kwestia OSR odniesionego do czasoprzestrzeni i pola grawitacyjnego jest odmienna od pytania o związek między czasoprzestrzenią i materią. Zarówno substancjalistyczne, jak i relacjonistyczne

⁹³ Esfeld i Lam nie posługują się wszakże wyrażeniem „metafizyczne niedookreślenie” w tym kontekście.

podejście do tego pytania może być stanowiskiem OSR w odniesieniu do czasoprzestrzeni. OSR jest zatem neutralny względem debaty substancjalistów z relacjonistami. W OSR twierdzi się, że pole metryczno-grawitacyjne musi być rozumiane w świetle fundamentalnych aspektów OTW (niezmienniczości dyfeomorficznej i niezależności od tła) jako fizyczna struktura, w której elementy relacji nie posiadają wewnętrznej tożsamości niezależnie od relacji, w których się znajdują. To twierdzenie może być wyrażone w terminach elementów relacji będących punktami czasoprzestrzeni i relacji metryczno-grawitacyjnych, gdzie relacje te są fundamentalnie odmienne od relacji tworzących pola niegrawitacyjnej energii-materii (pola kwantowe). Odnośne twierdzenie może jednak być również sformułowane w terminach elementów relacji rozumianych jako fundamentalne, materialne (kwantowe) obiekty, a także relacji metryczno-grawitacyjnych, pojętych jako coś ontologicznie równoważnego innym relacjom określonym przez materialne pola (...) (Lam, Esfeld 2012: 252, tł. D. Luty).

W przypadku orientacji substancjalistycznej MOSR sprowadza się, jak stwierdzają sami zwolennicy tego stanowiska (*ibid.*: 251), do esencjalizmu metrycznego w wersji Bartelsa (zob. podrozdz. 5.1.1), podkreślają oni jednak, że w MOSR własności metrycznych nie można rozumieć jako własności (częściowo) wewnętrznych, lecz wyłącznie jako relacje (*ibid.*). W przypadku orientacji relacjonistycznej Esfeld i Lam nie przywołują konkretnego przykładu stanowiska, do którego MOSR mógłby się sprowadzać. Wskazują oni wszakże na to, że przyszła teoria grawitacji kwantowej może ujawnić kwantowe aspekty pola grawitacyjnego, które wymuszą traktowanie go jako jednego z wielu pól kwantowych (*ibid.*: 252).

7.2.2. Krytyka umiarkowanego ontycznego realizmu strukturalnego

MOSR jest stanowiskiem, wobec którego można przedstawić szereg zarzutów wymuszających albo jego porzucenie, albo modyfikację.

Pierwszy problem został sformułowany oraz rozwiązany przez samych autorów MOSR. Związany jest on z pytaniem o to, jak należy interpretować *lokalność* własności metrycznych kodowanych przez pole metryczne (Lam, Esfeld 2012: 248). Pojęcie lokalności rozumiane jest tutaj następująco: „obiekt matematyczny (struktura) jest lokalny, jeżeli jest powiązany z pewnym punktem w taki sposób, że obiekt ten jest określony (zdefiniowany) przy pomocy matematycznych struktur zdefiniowanych w dowolnym otoczeniu, nieważne jak małym, tego punktu” (Butterfield 2006: 187, tł. D. Luty). Problem polega na tym, że „standardowe tensorowe sformułowanie OTW wydaje się prowadzić do koncepcji czasoprzestrzeni jako zbioru punktów mających *quasi-wewnętrzne* własności w sensie własności lokalnych, które są wewnętrzne dla pewnego infinitezimalnego otoczenia dowolnego punktu czasoprzestrzeni.

Takie podejście wydaje się trywializować OSR w odniesieniu do czasoprzestrzeni: fundamentalne własności czasoprzestrzenne byłyby relacyjne tylko w sensie infinitezymalnym, zatem fundamentalne relacje są tylko relacjami infinitezymalnymi” (Lam, Esfeld 2012: 249, tł. D. Luty).

Zwolennicy MOSR podają dwa główne argumenty przeciwko tej konkluzji. Pierwszym z nich jest to, że fizyczną rolą pola metrycznego jest przede wszystkim reprezentowanie interwałów czasoprzestrzennych i z tego właśnie powodu relacjom należy przypisać ontologicznie wyróżnioną rolę. Nie jest tak, że czasoprzestrzeń jest mozaiką punktów mającą własności metryczne, które należy rozumieć jako własności (*quasi-*) wewnętrzne (*ibid.*). Drugi argument odnosi się do tensora Riemanna, który charakteryzuje „względne przyspieszenie infinitezymalnie bliskich geodezyjnych (...). Na przykład, tensor ten koduje informację o tym, czy dwie wyjściowo równoległe geodezyjne są zbieżne czy też nie. Innymi słowy, tensor Riemanna, który może być rozumiany jako funkcjonal metryki (uwzględniający jej pierwsze i drugie pochodne), dotyczy również w oczywisty sposób relacji (czy też ich zmiany) między fundamentalnymi krzywymi czasoprzestrzennymi – liniami geodezyjnymi” (*ibid.*, tł. D. Luty). Stąd pogląd, że własności metryczne mogłyby istnieć jako własności wewnętrzne otoczeń punktów, jest nieadekwatny, z perspektywy MOSR, do opisu zjawisk grawitacyjnych.

Drugi problem dotyczy deklarowanej neutralności MOSR w odniesieniu do zagadnienia związku czasoprzestrzeni i materii. Twierdzę, że tego typu podejście niekoniecznie jest skuteczne, jeżeli jego celem było uniknięcie problemów związanych z redukowalnością strukturalizmu czasoprzestrzennego do substancjalizmu bądź relacjonizmu. Należy zauważyć, że Esfeld i Lam nie stwierdzili, dlaczego ściśle oddzielenie kwestii natury czasoprzestrzeni od kwestii stosunku czasoprzestrzeni do materii jest dla nich tak ważne, skoro w sporze substancjalistów z relacjonistami, uwzględniającym przecież określone założenia metafizyczne, zagadnienia te są bezpośrednio powiązane. Jak wskazywałem omawiając stanowisko substancjalizmu metrycznego (zob. podrozdz. 5.2.2.), kwestia nielokalizowalności energii grawitacyjnej sprzyja traktowaniu metryki w OTW jako wyróżnionego pola fizycznego. Uważam, że pole grawitacyjne można zinterpretować w ten sposób, że przypisuje się mu strukturę o *określonej* naturze. W konsekwencji strukturalizm czasoprzestrzenny może być potraktowany jako stanowisko pośredniczące między substancjalizmami a relacjonizmami, a jednocześnie być „spokrewnione” raczej z pierwszą grupą poglądów niż z drugą. Esfeld i Lam (2008: 43) odcinają się ponadto od relacjonizmu redukcjonistycznego w stylu Leibniza, jednakże dopuszczenie możliwości opisu czasoprzestrzeni z perspektywy przyszłej kwantowej teorii grawitacji jest równoznaczne z dopuszczeniem możliwości

odebrania czasoprzestrzeni swoistości ontologicznej i jej pełnej redukcji do kwantowych składników rzeczywistości⁹⁴ (zob. Hugget, Wüthrich 2013). Wówczas jednak jest to niespójne z twierdzeniem, że relacyjna struktura metryczna może być w *jakimkolwiek* sensie ontologicznie fundamentalna. Dlatego, w moim przekonaniu, strukturalizm czasoprzestrzenny nie powinien być całkowicie neutralny w stosunku do zagadnienia relacji między materią a czasoprzestrzenią (por. Esfeld, Lam 2008: 43).

Trzeci zarzut został przedstawiony przez Wüthricha (2009). Zakłada on następującą rekonstrukcję MOSR. W jego przekonaniu, w MOSR trzeba przyjąć, że obiekty (punkty) mają jedynie intrastrukturalne, relacyjne własności. Przez własności intrastrukturalne rozumie on takie własności, które są niezmiennicze pod automorfizmem f – dowolny element a ma daną własność wtedy i tylko wtedy, jeżeli tę własność ma jego obraz $f(a)$. Automorfizm zatem zachowuje strukturę (D, R) , gdzie D jest zbiorem elementów (dziedziną przedmiotową), zaś R jest zbiorem relacji, to znaczy, jak stwierdza Wüthrich, zbiorem automorficznie niezmienniczych własności relacyjnych (*ibid.*: 1042). Z tej perspektywy, rzecz jasna, w modelu czasoprzestrzeni (M, g) M tworzy dziedzinę przedmiotową (składającą się z punktów czasoprzestrzeni pozbawionych własności wewnętrznych), natomiast pole metryczne g koduje informację o relacyjnych własnościach czasoprzestrzeni (niezmienniczych pod odpowiednimi automorfizmami metryki). Po sformułowaniu wskazanego założenia, Wüthrich przeprowadza krytykę MOSR inspirowaną strategią przedstawioną przez Jukkę Keräneną (2001) w argumentowaniu przeciwko strukturalizmowi matematycznemu. Wüthrich odnosi tę strategię do przypadków modeli kosmologicznych (czasoprzestrzeni symetrycznych), w których spełniona jest zasada kosmologiczna (zob. rozdz. 5.3.4). W większości tego typu czasoprzestrzeni istnieje dokładnie jedna foliacja zachowująca wskazane symetrie przestrzenne – foliacja z globalnym czasem kosmicznym (zob. rozdz. 4.3.3).

Pokrótkie ponownie przedstawię to zagadnienie, w zgodzie z ujęciem Wüthricha. Jednorodność przestrzenna oznacza, że istnieje jednoparametrowa rodzina przestrzennopodobnych hiperpowierzchni Σ_t , w których dla dowolnych punktów $p, q \in \Sigma_t$ istnieje izometria f metryki określonej na rozmaitości M taka, że $f(p) = q$. Zatem dla każdego punktu przestrzennopodobnych hiperpowierzchni istnieje przekształcenie zachowujące metryczną strukturę Wszechświata. Należy przez to rozumieć, że Wszechświat, przynajmniej w przybliżeniu, jest „taki sam” dla obserwatora znajdującego się w dowolnym punkcie. Przestrzenna izotropowość oznacza natomiast, że nie istnieje wyróżniony geometrycznie

⁹⁴ Oczywiście, może się to okazać prawdziwe w toku przyszłego rozwoju nauki.

kierunek przestrzenny. Założenie zasady kosmologicznej implikuje stałą krzywiznę przestrzenną na każdej hiperpowierzchni. W omawianym przypadku, izometrie metryki tworzą grupę automorfizmów dla Σ_t . Zatem punkty należące do tej samej hiperpowierzchni są *metrycznie równoważne*. Wüthrich formalizuje to twierdzenie następująco:

$$\forall F \in \mathfrak{B} (Fp \leftrightarrow Fq), \quad (37)$$

dla każdego $p, q \in M$, gdzie \mathfrak{B} reprezentuje „zbiór dopuszczalnych fizycznych własności, ze względu na które punkty w Σ_t muszą być takie same” (*ibid.*: 1043, tł. D. Luty). Kluczowe jest teraz wykorzystanie jakiejś postaci PII w omawianym kontekście. Wüthrich proponuje, aby strukturalistyczna PII przyjęła następującą postać:

$$\forall F \in \mathfrak{Q} (Fx \leftrightarrow Fy) \rightarrow x = y, \quad (38)$$

gdzie \mathfrak{Q} oznacza strukturalistycznie dopuszczalne własności. Zwolennik MOSR, oczywiście, musi twierdzić, że zbiór zmiennych kwantyfikatora $\forall F$ składa się tylko i wyłącznie z relacyjnych, automorficznie niezmienniczych własności – w kontekście czasoprzestrzeni kosmologicznych dopuszczalnych ze względu na zasadę kosmologiczną. Musi zatem uznać, że $\mathfrak{Q} \subseteq \mathfrak{B}$ (*ibid.*: 1045). W związku z tym, dla dwóch dowolnych elementów x, y możemy stwierdzić, że $x = y$ *wtw* $\mathfrak{Q} \subseteq \mathfrak{B}$. Interpretacja elementów jako punktów należących do przestrzennopodobnych hiperpowierzchni i zastosowanie przedstawionej powyżej PII implikują, że musimy utożsamić ze sobą wszystkie punkty i w rezultacie twierdzić, że istnieje tylko jeden punkt czasoprzestrzeni, co jest konkluzją absurdalną (*ibid.*: 1046). W powyższym rozumowaniu, rzecz jasna, Wüthrich rozumie PII jako zasadę *ontologiczną*. Wynika z tego, że jeżeli obiektów nie można odróżnić, to należy je ze sobą utożsamić.

7.2.3. Odpowiedzi na zarzut Wüthricha

Wüthrich rozważył cztery strategie obrony, jakimi może posłużyć się zwolennik MOSR (*ibid.*: 1047): (i) podważenie fizycznego znaczenia jednorodnych modeli kosmologicznych (i podobnych im symetrycznych czasoprzestrzeni); (ii) odrzucenie PII nawet dla fizyki klasycznej (niekwantowej) i poszukiwanie innego kryterium indywidualności; (iii) przyjęcie, że PII nie stosuje się do rozważanego przypadku, ponieważ żadne kryterium indywidualności nie jest potrzebne; (iv) uzasadnianie twierdzenia, że źle rozpoznano strukturę czasoprzestrzenną – czasoprzestrzeń nie powinna być rozumiana jako różniczkowalna, na której określone są pola fizyczne.

Pierwsza z wymienionych strategii jest według Wüthricha wadliwa. Sądzi on, że zwolennik MOSR musiałby najpierw szczegółowo uzasadnić, w jakim sensie pewne modele kosmologiczne istotnie są empirycznie bezużyteczne. Uważa on, że nawet, jeżeli udałoby się ten cel zrealizować, to wskazane podejście prowadzi do akceptacji czasoprzestrzennego strukturalizmu jedynie w odniesieniu do empirycznie adekwatnego podzbioru zbioru rozwiązań równań pola Einsteina. Skutkiem omawianej strategii jest, jak sądzi Wüthrich, to, że w MOSR nie istnieje możliwość zinterpretowania w strukturalistyczny sposób całej OTW. Uważa on również, że sytuacja jest tym bardziej poważna, ponieważ modele kosmologiczne bynajmniej nie są bezużyteczne w praktyce naukowej, a nawet można twierdzić, że tworzą jedną z ważniejszych klas modeli OTW (*ibid.*: 1047).

Druga strategia ma trzy warianty. Wariant pierwszy głosi, że to, iż PII prowadzi do trudności w określonych modelach czasoprzestrzeni, nie przemawia przeciwko MOSR, lecz przeciwko twierdzeniu, że zasada ta jest konieczna w każdym możliwym świecie. Wówczas oznacza to, że PII obowiązuje jedynie kontyngentnie: dla wielu modeli jest ona adekwatna, jednakże w kontekście modeli symetrycznych już nie. Dla Wüthricha jest to jednak niepożądana sytuacja, jeżeli chce się głosić pogląd, że MOSR jest trafny jako ogólna interpretacja OTW. Drugim wariantem omawianej strategii jest odniesienie do nieabsolutnych koncepcji odróżnialności obiektów (zob. podrozdz. 5.3.3). W przedstawionej przeze mnie rekonstrukcji MOSR, elementy tego stanowiska, odnoszące się do słabej odróżnialności, wprowadzone zostały *de facto* w odpowiedzi na omawiany zarzut Wüthricha. Autor ten uważa jednak, że wskazana koncepcja popada w błędne koło: należy założyć istnienie obiektów, które (symetryczna i niezwrótne) relacja słabej odróżnialności może rozróżnić; lecz skąd w pierwszej kolejności wiadomo, że w danej sytuacji istnieją więcej niż dwa obiekty? Ponadto, dodaje on, że znalezienie słabej relacji odróżniającej obiekty w symetrycznym modelu czasoprzestrzeni jest czymś wysoce nietrywialnym i trudnym do realizacji. Do odpowiedzi na ten problem, zaproponowanej przez Freda Mullera, wróć niebawem. Trzeci wariant tej strategii Wüthrich wywodzi od Esfelda (2004), który, choć nie jest to pogląd przezeń uznawany, dopuścił opcję indywidualizacji punktów poprzez pierwotną tożsamość. Z oczywistych powodów jest to strategia nieadekwatna z perspektywy MOSR, co sam Wüthrich zaznacza.

Trzecią strategią dotyczy odrzucenia poglądu, że jakkolwiek zasada indywidualizacji jest potrzebna. Powiązana z tym jest akceptacja pierwotnej numerycznej wielości obiektów. W odniesieniu do pierwszego przypadku Wüthrich stwierdza:

Naleganie, że obiekty znajdujące się w relacjach nie muszą być indywidualami, wydaje się wysoce nieintuicyjne: czy rozstrzygnięcie, czy dwa „miejsca” x i y są tożsame czy nie, nie powinno być

ugruntowane w faktach? Innymi słowy, czy stwierdzenie $x = y$ nie powinno mieć określonej wartości prawdziwościowej? Powinno, bowiem w przeciwnym razie broniony strukturalizm sprowadza się do jego wersji eliminatywistycznej, którą Esfeld wprost odrzuca. Umiarkowany strukturalista nie może zaprzeczyć, że istnieje faktyczna podstawa tego, czy x i y są tożsame. Zwolennik stanowiska głoszącego, że „żadne kryterium tożsamości nie jest potrzebne dla umiarkowanego strukturalisty” jest nam przynajmniej winny wyjaśnienie, dlaczego takie kryterium jest niepotrzebne *nawet w umiarkowanej wersji strukturalizmu* (Wüthrich 2009: 1049, tł. D. Luty).

Można podważać słuszność tej krytyki. Ustalenie wartości prawdziwościowej zdań typu „ x jest tożsamy z y ” bądź „ x nie jest tożsamy z y ” jest kwestią problematyczną jedynie wtedy, gdy przez x i y rozumieć coś w rodzaju nazw konkretnych punktów czasoprzestrzeni (miejsca w strukturze czasoprzestrzennej). Wüthrich zdaje się oczekiwać, aby w odniesieniu do punktów dało się używać jakiejś wersji sztywnych desygnatorów albo stosowania jednoznacznych wyrażeń indeksujących (zob. Maudlin 1993: 190). Jeżeli zwolennik MOSR zechciałby oczekiwaniami Wüthricha sprostać, musiałby tym samym zaprzeczyć założeniu o *referencyjnej nieokreśloności* punktów czasoprzestrzeni, a założenie to jest dobrze uzasadnione we współczesnej filozofii czasoprzestrzeni (zob. rozdz. 4 i 5). Zdanie „ x jest tożsamy z y ” nadal jednakże może być traktowane jako prawdziwe bądź fałszywe – ze względu na to, przykładowo, czy w danym punkcie zaszło (bądź nie) określone, materialne zdarzenie. W odniesieniu do akceptacji numerycznej wielości punktów jako ontologicznie pierwotnego faktu Wüthrich stwierdza jedynie, że „zgadzam się z nimi [Esfeldem i Lamem – dop. D.L.], że pierwotna numeryczna wielość jest lepsza od pierwotnej tożsamości, lecz uważam, że to rozwiązanie jest niesatysfakcjonujące – głównie dlatego, że wierzę, iż dostępne jest dla strukturalisty czasoprzestrzennego bardziej obiecujące wyjście” (Wüthrich 2009: 1049, tł. D. Luty).

Esfeld i Lam, jak wskazywałem, sądzą, że relacje nie konstytuują ontologicznie obiektów – relacje i obiekty (pozbawione konstytuowanej w oparciu o własności wewnętrzne tożsamości) istnieją niejako obok siebie. Rozwiązuje to problemy wynikające z ontologicznie rozumianej PII użytej w argumencie Wüthricha, zarazem jednak wymusza określenie, jaka właściwie jest natura związku między relacjami a obiektami, jeżeli nadal mamy mówić o strukturalistycznej ontologii. Wykorzystana zostaje koncepcja sposobów istnienia (Heil 2003; Strawson 2008; Esfeld, Sachse 2011):

Metafizyczna prawda relacji wymagających istnienia obiektów jako tego, co jest elementem relacji, oznacza zatem, że określone relacje tworzą sposób bycia odnośnych obiektów, gdzie obiekty te są wzajemnie splecione przez relacje i stąd nie mają one tożsamości niezależnie od tychże relacji. W rezultacie, struktura składa się z obiektów, których istotowe sposoby istnienia są, albo

przynajmniej zawierają, określonymi relacjami zachodzące między nimi. Obiekty zatem nie istnieją niezależnie od struktury. Jako sposoby istnienia obiektów, struktury są sieciami konkretnych fizycznych relacji, w kontraście do abstrakcyjnych struktur drugiego rzędu zdefiniowanych na obiektach i ich własnościach wewnętrznych (...). Z tego punktu widzenia, natura obiektów fundamentalnych, i w przypadku kwantowym, i w przypadku czasoprzestrzeni, jest podobna, w związku z czym oba przypadki prowadzą w istotny sposób do OSR. Relacje splątania są sposobami, na jakie obiekty kwantowe istnieją, a relacje metryczne są sposobami istnienia punktów czasoprzestrzeni (Lam, Esfeld 2012: 253, tł. D. Luty).

Czwarta strategia głosi, że zwolennik MOSR powinien rozpatrzyć alternatywne sformułowania OTW celem ustalenia, czy możliwe jest przedstawienie koncepcji struktury, która zgodna jest z odpowiednią wersją PII (Wüthrich 2009: 1050). Wüthrich jako możliwe źródło inspiracji dla zwolennika MOSR, który zechciałby skorzystać z omawianej strategii, wskazuje propozycję Baina (2006), który w kontekście pytania o sformułowanie stanowiska strukturalizmu czasoprzestrzennego, odwołał się do ujęć OTW przy pomocy teorii algebr Einsteina oraz teorii snopów. Wüthrich jednak, w moim przekonaniu, nietrafnie wskazuje na koncepcję Baina w ramach szkicu czwartej strategii, bowiem sam Bain skupił się jedynie na zagadnieniu tego, w jakim sensie różne sformułowania OTW są *równoważne* ze względu na dynamikę. Ponadto, Esfeld i Lam przedstawili, jak przywołałem, szkicowe ujęcie interpretacji formalizmu wiązek włóknistych zgodnej z MOSR.

Esfeld i Lam, rozwijając swoje stanowisko, uwzględnili po części elementy każdej z wymienionych powyżej strategii. Rozważyli oni odrzucenie symetrycznych rozwiązań równań pola Einsteina, twierdząc, że odnośne modele mają charakter idealizacji, w związku z czym nie należy ich traktować jako reprezentujące rzeczywisty świat (Lam, Esfeld 2012: 253). Takie podejście jednak jest wątpliwe, co już podkreślałem omawiając chociażby esencjalizm metryczny (rozdz. 5.1.1). Kluczowe dla dojrzałej postaci MOSR jest połączenie strategii drugiej i trzeciej, wyrażające się w akceptacji pierwotnej numerycznej wielości punktów, wykorzystaniu koncepcji odróżnialności zapożyczonych od Saundersa oraz koncepcji sposobów istnienia punktów. Jak wskazałem, głoszenie, iż punkty nie mają tożsamości, lecz jest ich numerycznie wiele, pozwala na uniknięcie zarzutu Wüthricha. Esfeld i Lam rozwijają tego typu argumentację następująco:

Metoda Bergmana i Komara w oznaczaniu punktów czasoprzestrzeni zawodzi w obecności określonych symetrii, takich jak (przestrzenna) jednorodność i izotropowość standardowego modelu współczesnej kosmologii (rozwiązania Friedmana–Lemaitre’a–Robertsona–Walkera). Jednakże takie symetryczne czasoprzestrzenie tworzą zbiór o mierze zerowej w ramach zbioru wszystkich rozwiązań równań pola Einsteina. W tych bardzo specyficznych przypadkach relacyjne własności

metryczne nie mogą odróżnić punktów czasoprzestrzeni w sposób absolutny. Chociaż twierdzi się, że taka absolutna nieodróżnialność punktów czasoprzestrzeni jest problematyczna dla OSR odniesionego do czasoprzestrzeni (...), to powinno być jasne, że w OSR nie zakłada się ani absolutnie, ani względnie odróżnialnych obiektów. Wprawdzie pseudo-riemannowska czy lorentzowska struktura czasoprzestrzeni wymaga szczególnej troski (pseudo-riemannowska relacja odległości nie musi być dodatnia między dwoma różnymi punktami czasoprzestrzeni), jednakże dowolne dwa punkty czasoprzestrzeni są zawsze przynajmniej słabo odróżnialne (...): na przykład, otwarta krzywa geodezyjna łącząca dwa punkty zawsze je słabo odróżnia. W takich przypadkach, z perspektywy kwestii tożsamości obiektów, o których mowa, sytuacja jest całkowicie podobna do przypadku splątanych cząstek kwantowych. Stąd podejście w ramach OSR jest podobne w obu okolicznościach: istnieją obiekty, które nie mają wewnętrznej tożsamości, lecz są przynajmniej słabo odróżnialne ze względu na pewne znaczące, symetryczne i niezwrótne, relacje fizyczne (Lam, Esfeld 2012: 253–254, tł. D. Luty).

Zatem relacje metryczne mogą być, zdaniem Esfelda i Lama, zawsze potraktowane jako własności odróżniające punkty – w sposób absolutny w czasoprzestrzeniach zakrzywionych i nieabsolutny w czasoprzestrzeniach symetrycznych. Takie ujęcie rodzi jednak dalsze trudności.

Po pierwsze, status ontologiczny relacji, ujmowany z perspektywy MOSR, nie wydaje się do końca dobrze określony. Należałoby zapytać, czy zwolennicy omawianego stanowiska gotowi byłiby rozpatrywać relacje metryczne w czasoprzestrzeniach zakrzywionych jako relacje słabo odróżniające – to ujęcie relacji jest bowiem istotnym elementem MOSR. Jeżeli nie, to Esfeld i Lam zmuszeni są polegać we wskazanym kontekście wyłącznie na metodzie Bergmanna–Komara. Ponieważ traktują oni tę metodę jako pozwalającą na absolutne odróżnianie punktów, to stwierdzają, że nie tworzy ona koniecznego założenia w MOSR. Jednakże relacje słabo odróżniające są, z definicji, symetryczne i niezwrótne. Nie będą zatem mieć zastosowania w czasoprzestrzeniach zakrzywionych. Ponadto, jeżeli zaakceptuje się, że modele symetryczne tworzą fizycznie nieistotny podzbiór rozwiązań równań pola Einsteina, to okazywałoby się, że w odniesieniu do autentycznie fizycznych reprezentacji czasoprzestrzeni zwolennicy MOSR muszą korzystać z koncepcji odróżnialności, która nie jest zakładana w ramach ich stanowiska. Nazwę to „problemem dwoistości” – polega on na tym, że w MOSR inaczej rozumie się relacje w czasoprzestrzeniach z zerową i z niezerową krzywizną.

Zatrzymajmy się na chwilę przy kwestii charakterystyki relacji w ramach podejścia strukturalistycznego do czasoprzestrzeni. Pewną odpowiedź na pytanie o to, jak z perspektywy MOSR można konkretnie ujmować słabo odróżniające relacje czasoprzestrzenne, zaproponował Fred Muller (2011a). Zaznaczyć należy, że Muller nie traktuje swojego

stanowiska jako wersji OSR, ale niewątpliwie jest ono najbardziej podobne do MOSR, co zresztą zwolennicy tego stanowiska podkreślili (Lam, Esfeld 2012: 254). Jako relację odnośnego typu Muller proponuje relację skonstruowaną w oparciu o strukturę stożkową czasoprzestrzeni. Nazywa ją relacją stożkową (*light-cone relation*) L , zachodzącą między punktami czasoprzestrzeni. Wyraża ona, że w stożku świetlnym jednego z rozpatrywanych punktów p, q znajduje się inny punkt, który nie występuje w stożku świetlnym drugiego punktu (Muller 2011b: 1056):

$$L(p, q) \text{ wtw } (\exists r \in M: r \in L(p)/LC(q)) \quad (39)$$

$$\vee (\exists t \in M: t \in LC(q) / LC(p))$$

Dla Mullera negacja relacji stożkowej $\neg L(p, q)$ stanowi kryterium tożsamości, co znaczy, że punkty można utożsamić, jeżeli nie zachodzi między nimi relacja L . Gdy relacja L zachodzi, a da się ją skonstruować dla dowolnego modelu czasoprzestrzeni, zarzut Wüthricha zostaje zablokowany. Niewątpliwie propozycja Mullera ma dwie zalety: ogólność (w odniesieniu do czasoprzestrzeni relatywistycznych) oraz to, że relacja L skonstruowana jest w odniesieniu do znakomicie potwierdzonego i niebudzącego wątpliwości faktu empirycznego jakim jest górna granica prędkości światła. Z jednej strony, ponieważ *ogólność* relacji L wydaje się dobrze korelować z postulowaną w MOSR pierwotnością numerycznej wielkości słabo odróżnialnych punktów, odpowiedź Mullera niewątpliwie pozwala zwolennikom tego stanowiska obronić się przed zarzutem, że ich stanowisko prowadzi do głoszenia, że istnieje tylko jeden punkt. Z drugiej strony jednak, co sam Muller (2011b: 1054) nawet pośrednio przyznaje, omawiana odpowiedź Mullera nie dotyka sedna zarzutu Wüthricha w tym sensie, że zarzut Wüthricha odnosi się bezpośrednio *do określonej metryki*. Muller dostrzega potrzebę skonstruowania słabo odróżniającej relacji przy pomocy tensora metrycznego, niestety w żadnej opublikowanej pracy nie scharakteryzował on odnośnej relacji, nawet w sposób nieformalny.

Wracając do trudności związanych z ujęciem Esfelda i Lama chciałbym wskazać kolejny problem, dotyczący koncepcji (relacyjnego) sposobu istnienia punktów. Jest ona wprawdzie spójna z poglądem zwolenników MOSR, zgodnie z którym rozróżnienie między punktami a relacjami ma jedynie konceptualny charakter, wynikający z przyzwyczajęń występujących w mowie potocznej i związaną z nią podmiotowo-orzecznikową strukturą zdań (Esfeld, Lam 2012: 255). Niewątpliwie nawyki te mogą być bardzo mylące, gdy występują w kontekście opisywania ontologii fizyki fundamentalnej, jednakże wymieniony pogląd Esfelda i Lama utrudnia zrozumienie, dlaczego punkty i relacje mamy rozumieć jako

ontologicznie równorzędne. Związane to jest, w moim przekonaniu, z jednoczesnym utrzymywaniem, że wielość punktów jest pierwotnym faktem a sposoby ich istnienia określone są przez relacyjną strukturę metryczną.

Niewątpliwie w MOSR punkty czasoprzestrzeni oraz ich (relacyjne) sposoby bycia są dwiema osobnymi kategoriami, raczej do siebie niesprowadzalnymi – w strukturalizmie tym afirmuje się jakąś postać bardzo subtelny dualizmu. Może prowadzić to do pewnych wątpliwości. Przykładowo, nie trzeba się zgadzać z poglądem zwolenników MOSR, że konkretność relacji czasoprzestrzennych ugruntowana jest w konkretności istniejących w określony sposób punktów (*ibid.*). Tego typu uwagi mogą sugerować, że punkty są bardziej pierwotne niż relacje jako takie (przypomnieć należy, że jednym z głównych celów zwolenników MOSR jest uniknięcie zarzutu o relacje bez elementów relacji). Oczywiście, punkty w tym przypadku nie mają dobrze określonej tożsamości oraz nie są rozumiane jako coś istniejącego niezależnie od metryki. Twierdzą jedynie, że w świetle powyższej uwagi, opinia Esfelda i Lama (2012: 255), że czasoprzestrzeń jest konstytuowana poprzez punkty, które są „wiązane” ze sobą swoimi relacyjnymi sposobami istnienia, daje, mimo deklaracji, swoisty mozaikowy obraz czasoprzestrzeni.

Sądzę, że do uzasadnienia konkretności relacji czasoprzestrzennych wystarczy odniesienie do statusu metryki w kontekście dynamicznych równań pola w OTW. W podrozdziale 7.4 będę twierdził, że punkty czasoprzestrzeni są strukturalnymi nie-indywiduami i będę się inspirował stanowiskiem Esfelda i Lama, głównie formułowanymi początkowo założeniami o ontologicznej równorzędności punktów i relacji. Będę jednak inaczej rozumiał ich współzależność, unikając koncepcji sposobów istnienia. Niewątpliwie MOSR jest interesującym stanowiskiem, w którym udaje się rozwiązać wiele problemów związanych z EOSR, jednak sądzę, że warto rozważyć odmienne podejście w ramach prób sformułowania strukturalistycznej interpretacji czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej.

7.3. Minimalny strukturalizm

Stanowiskiem rozwijającym idee zawarte w EOSR, w którym szczegółowo proponuje się w pełni strukturalistyczną interpretację czasoprzestrzeni, jest „strukturalizm minimalny” sformułowany przez Ricklesa (2007: 190, 211):

Strukturalizm minimalny Poprawne strukturalistyczne ujęcie ontologii OTW sprowadza się do tezy o strukturalnej naturze obserwabli. Punkty czasoprzestrzeni są zaniedbywalne; ich status ontologiczny jest całkowicie nieokreślony.

Dokładniej: „(...) struktura obserwabli jest tym, na czym, jak głoszę, powinniśmy się skupić; temu powinni zawierzyć realisci strukturalni; to, co jest niezmiennicze przy podmienianiu stanów powiązanych symetriami cechowania, w których rolę odgrywają określone permutacje (te, które nie prowadzą do zmian strukturalnych) indywidualnych elementów teorii. (...) Obserwable są (niezmienniczymi pod cechowaniem) korelacjami między (zmiennymi pod cechowaniem) wielkościami (tj. korelatami), które nie mogą być ujmowane jako niezależne od całej korelacji: korelaty są mierzalne *ze względu* na fakt, że to korelacja jest przewidywalna i mierzalna. Stąd, mówiąc interpretacyjnie, struktura występuje przed indywiduami, ponieważ indywidua nie są mierzalne” (*ibid.*: 215, tł. D. Luty). Rickles do tej charakterystyki minimalnego strukturalizmu dodaje, że najbardziej adekwatną postawą względem statusu ontologicznego obiektów jest agnostycyzm (*ibid.*). Wynika to z kluczowej roli symetrii w definiowaniu obserwabli teorii, które wyrażają strukturalny charakter fundamentalnej fizycznie rzeczywistości. Zdaniem Ricklesa, symetrie blokują jakiegokolwiek stwierdzenia dotyczące obiektów – czy są indywiduami, czy nie-indywiduami, a nawet czy obiekty należy eliminować, jak chciałby French, czy też nie. W rezultacie Rickles sądzi, że metafizyczne niedookreślenie obejmuje również EOSR w wersjach zaproponowanych zarówno przez Frencha, jak i Ladymana (*ibid.*: 200).

Centralne w strukturalizmie minimalnym są następujące zagadnienia: (i) interpretacje przestrzeni stanów; (ii) ujęcie sporu substancjalistów z relacjonistami w świetle dostępnych interpretacji przestrzeni stanów i wynikająca z tego wersja metafizycznego niedookreślenia; (iii) obserwable w OTW.

7.3.1. Interpretacje przestrzeni stanów

Układ hamiltonowski mechaniki klasycznej reprezentowany jest przez trójkę (Γ, ω, H) (*ibid.*: 53). Γ jest przestrzenią fazową układu, której punkty reprezentują wszystkie możliwe

stany danego układu dynamicznego. Formalnie, Γ jest wiązką kostyczną⁹⁵ do przestrzeni konfiguracyjnej Q , T^*Q . Punkty przestrzeni konfiguracyjnej reprezentują stan danego układu jedynie ze względu na jeden jego parametr, czyli położenie. W przestrzeni fazowej mechaniki klasycznej wielkości mierzalne O , czyli obserwabli, reprezentowane są funkcją f_O z Γ w zbiór liczb rzeczywistych \mathbb{R} , tj. $f_O: Q \rightarrow \mathbb{R}$. Przykładowo, obserwabliami są położenia q_j i pędy p_j . Chcąc wprowadzić pęd, należy utworzyć przestrzeń fazową. ω jest formą symplektyczną określoną na Γ – zamkniętą, niezdegenerowaną 2-formą różniczkową⁹⁶. Jej własności zapewniają, że dla pochodnej hamiltonianu H , istnieje unikalne pole wektorowe. Hamiltonian jest funkcją współrzędnych położen uogólnionych i pędów uogólnionych $H(q_1 \dots q_N, p_1 \dots p_N, t)$, gdzie q_j to uogólnione współrzędne położen, p_j to uogólnione pędy, N to liczba stopni swobody, t to czas. W terminach takiej funkcji hamiltonowskiej wyrazić można równania Hamiltona, których rozwiązanie przy znanych warunkach początkowych pozwala na wyznaczenie trajektorii w przestrzeni fazowej Γ . W ten sposób możliwe jest jednoznaczne określenie dynamicznej historii klasycznego układu mechanicznego.

Równania hamiltonowskie w mechanice klasycznej pozwalają na jednoznaczne wyznaczenie zbioru wartości obserwabli dla danego układu fizycznego. W przypadku elektromagnetyzmu oraz OTW nie jest możliwe zapewnienie takiej jednoznaczności, jeżeli punkty przestrzeni fazowej interpretowane są jako reprezentujące jeden do jednego stan opisywanego układu, co wynika z symetrii cechowania. W kontekście teorii elektromagnetyzmu Maxwella, „prototypowej” teorii z cechowaniem, takie symetrie związane są z osłabieniem⁹⁷ geometrii symplektycznej na przestrzeni stanów klasycznych pól elektromagnetycznych. W klasycznej elektrodynamice równania Maxwella pozwalają na opis tych pól. Pola te zależą od swoich źródeł – gęstości ładunku elektrycznego ρ oraz płynącego prądu elektrycznego j . Pole elektromagnetyczne można w uproszczeniu przedstawić jako parę składającą się z pola elektrycznego $E(x, t)$ oraz pola magnetycznego $B(x, t)$, gdzie x jest punktem przestrzeni, natomiast t momentem czasu. W ramach równań Maxwella pola

⁹⁵ Wiązka kostyczna rozmaitości M jest sumą rozłączną przestrzeni kostycznych w każdym punkcie rozmaitości. Przestrzeń kostyczna $T_q^*(M)$ jest przestrzenią dualną do przestrzeni stycznej $T_q(M)$. Przestrzeń styczna jest przestrzenią liniową utworzoną z wektorów zaczepionych w punkcie rozmaitości.

⁹⁶ Własność zamknięcia oznacza, że pochodna zewnętrzna ω wynosi 0; własność niezdegenerowania oznacza, że jeśli dla każdego punktu $q \in Q$ istnieje $X \in T_q^*Q$ takie, że $\omega(X, Y) = 0$ dla każdego $Y \in T_q^*Q$, a wtedy zachodzi $X = 0$.

⁹⁷ Sens wyrażenia „osłabienie geometrii symplektycznej” zostanie niebawem wyjaśniony.

elektromagnetyczne charakteryzują dwa potencjały: potencjał wektorowy A oraz potencjał skalarny ϕ . W terminach tych potencjałów można określić rozkład pól elektrycznych i pól magnetycznych poprzez wzory:

$$\begin{aligned} E &= -\nabla\phi - \frac{\partial A}{\partial t}, \\ B &= \nabla \times A, \end{aligned} \quad (40)$$

gdzie $\nabla \times$ jest operatorem rotacji⁹⁸. *Prima facie*, równania Maxwella powinny dostarczać jednoznacznego opisu ewolucji pola elektromagnetycznego w określonym przedziale czasu. Jednakże potencjał wektorowy A , przy naiwnej interpretacji, powoduje niedookreślenie ewolucji czasowej pola: „potencjały nie są unikalnie określone przez pole; różne potencjały (te, które różnią się gradientem) dają to samo pole” (Wigner 1967: 19, tł. D. Luty). Związane jest to między innymi z tym, że rotacja gradientu⁹⁹ ∇f zeruje się, w rezultacie czego zachodzi równość:

$$\nabla \times A = \nabla \times (A \times \nabla f). \quad (41)$$

Przy naiwnej interpretacji oznaczałoby to, że formalnie odmienne pola wektorowe reprezentować będą tożsame fizycznie pola magnetyczne (Rickles 2007: 47). Wbrew tej interpretacji, odnośny problem znajduje dobrze znane rozwiązanie. Wartość pola w potencjale magnetycznym B będzie w A identyczna dla wszystkich A powiązanych gradientem. Jeżeli zatem formalnie różne potencjały należy powiązać z jednym polem magnetycznym, to trzeba stwierdzić, że są one *równoważne* ze względu na odpowiednią symetrię. Prowadzi to w końcu do wskazania lokalnej, abelowej grupy cechowania $U(1)$ jako grupy symetrii klasycznej elektrodynamiki.

Uwzględnienie symetrii cechowania w kontekście potencjałów wektorowych A prowadzi do wprowadzenia orbit transformacji cechowania na klasycznej przestrzeni fazowej, co jest równoznaczne z osłabieniem geometrii na tej przestrzeni: równoważne ze względu na transformacje cechowania potencjały są elementami tej samej orbity cechowania. Jeżeli w rozważanym układzie istnieją odpowiednie więzy nałożone na zmienne kanonicznie sprzężone, to więzy te zmniejszają liczbę niezależnych stopni swobody. Wyróżnia to te podzbiory przestrzeni fazowej Γ , w których więzy są spełnione. W przypadku układów, w których występują wielkości podpadające pod transformacje cechowania, funkcja f_0

⁹⁸ Rotacja jest operatorem wektorowym, który opisuje wirowość pola w danym punkcie.

⁹⁹ Gradient jest operatorem różniczkowym, który polu skalarnemu przyporządkowuje pole wektorowe.

powinna być określona z odpowiedniego podzbioru, zawierającego punkty równoważne ze względu na transformacje cechowania – wówczas trajektoria wyznaczana przez hamiltonian w takiej przestrzeni fazowej przebiega wzdłuż orbit cechowania (*ibid.*: 19–20). Jeżeli dla danego układu z cechowaniem chce się uzyskać dobrze określone dane Cauchy’ego, to funkcja f_0 określająca obserwabla nie może być określona z dowolnego punktu przestrzeni fazowej z więzami, a jedynie z tych punktów, które są stałe na orbitach cechowania. W takim przypadku hamiltonian nadal umożliwia deterministyczny opis ewolucji układu, przykładowo – pola elektromagnetycznego (*ibid.*: 54).

Rickles przytacza powyższe przykłady aby wskazać na ogólne sposoby interpretowania przestrzeni fazowej. Interpretacjom tym odpowiadają określone typy przestrzeni, które mogą być rozumiane jako przestrzenie możliwości fizycznych. W rozważaniach Ricklesa jest to istotne w odniesieniu do rekonstrukcji sporu substancjalistów z relacjonistami.

Pierwszy sposób interpretacji Rickles nazywa interpretacją bezpośrednią (*ibid.*: 56). Polega ona na przypisaniu wszystkim punktom należącym do przestrzeni fazowej Γ roli reprezentacji rzeczywistych możliwości fizycznych, tj. możliwych stanów rozważanego układu. Oczywiście, w wielu przypadkach będzie to prowadzić do niedookreślenia ewolucji układu. Rickles podkreśla, że takie rozpatrywanie punktów oznacza akceptację różnic między nimi ze względu na ich pierwotną tożsamość. Tej interpretacji odpowiada typ przestrzeni fazowych (Γ, ω) , w których obserwabla reprezentowana jest przez funkcję $f_0: \Gamma \rightarrow \mathbb{R}$. W tym przypadku każdy punkt (Γ, ω) reprezentuje możliwy stan układu, stąd ta przestrzeń jest najszerszym zbiorem możliwości fizycznych. Dopuszcza się tutaj, że w przestrzeni typu (Γ, ω) reprezentowane są empirycznie nieosiągalne stany układu, za czym idzie, że reprezentowane są również niemożliwe stany (*ibid.*: 178). W tym sensie omawiany typ przestrzeni jest najmniej restrykcyjny.

Drugi sposób interpretacji Rickles nazywa interpretacją pośrednią, zgodnie z którą wiele punktów z jednej orbity cechowania reprezentuje ten sam możliwy stan układu fizycznego (*ibid.*: 57). Wskazuje on dwie metody uzyskania interpretacji pośredniej.

Pierwsza metoda, nieredukcjonistyczna, polega na stwierdzeniu, że relacja między punktami przestrzeni fazowej na orbicie cechowania a stanami układu jest relacją wiele do jednego. Wówczas poszczególne punkty na orbitach cechowania są równoważnymi reprezentacjami tych samych stanów. Interpretacji pośredniej nieredukcjonistycznej odpowiada typ przestrzeni fazowych z więzami (C, σ) , gdzie nałożone więzy pierwszego rzędu pozwalają na foliację (Γ, ω) taką, że jej liście można interpretować jako orbity cechowania zawierające równoważne pod transformacjami cechowania punkty. σ reprezentuje formę presymplektyczną,

która nie ma własności niezdegenerowania, co oznacza, że aby rozpatrywany układ był deterministyczny, hamiltonian musi odnosić się do punktów stałych na orbicie cechowania. W tym świetle, bez nałożenia dodatkowych warunków dających stałe na (C, σ) , obserwable są niedookreślone pod względem wartości z powodu równoważności punktów leżących na orbicie cechowania.

Druga metoda, redukcjonistyczna, polega na skonstruowaniu nowej przestrzeni, zredukowanej przestrzeni fazowej, której punkty utworzone są z orbit cechowania, gdzie punkty tworzące orbity są utożsamione i potraktowane jako pojedyncze obiekty. Zbiór takich punktów wraz ze strukturą symplektyczną daje zredukowaną przestrzeń fazową. Funkcje w zbiór liczb rzeczywistych z punktów zredukowanej przestrzeni fazowej, charakteryzujące obserwable, są zatem równoważne funkcjom związanym z wielkościami niezmienniczymi pod symetriami cechowania w ramach zwykłej przestrzeni fazowej. Jednakże, skoro punkty zredukowanej przestrzeni fazowej kodują wszystkie informacje dotyczące obserwabli, to należy stwierdzić, że w przestrzeni takiej symetria cechowania została usunięta. Rickles podkreśla wszakże, że istnieją przypadki, w której zredukowana przestrzeń fazowa może nie być różnorodnością bądź może być całkowicie nieadekwatna do opisu niektórych zjawisk, które wymagają opisu, w którym korzysta się z symetrii cechowania. Stąd efektywność koncepcji zredukowanej przestrzeni fazowej jest ograniczona¹⁰⁰ (*ibid.*: 58). Interpretacji pośredniej redukcjonistycznej odpowiada rozumienie zredukowanej przestrzeni fazowej Γ_{red} jako najbardziej restrykcyjnej przestrzeni możliwości, bowiem wszystkie równoważne punkty są ze sobą utożsamione i dają w rezultacie jeden punkt, reprezentujący jeden możliwy stan układu. Obserwable są wówczas reprezentowane przez funkcję $f_{O[x]}: \Gamma_{red} \rightarrow \mathbb{R}$, gdzie $[x]$ w ujęciu Ricklesa oznacza punkty utożsamione ze sobą ze względu na transformacje cechowania.

¹⁰⁰ Rickles przytacza jeszcze dwa inne sposoby interpretowania przestrzeni fazowej, mniej kluczowe w jego rozważaniach (*ibid.*: 59). Pierwszy, który nie jest ani bezpośredni, ani pośredni, Rickles nazywa „selektywizmem”. Strategia ta związana jest z procedurą ustalenia cechowania (*gauge fixing*). Drugi ze sposobów, nazwany interpretacją „gruboziarnistej niezmienniczości pod cechowaniem” (*coarse-grained gauge-invariant*) zaproponowany został przez Belota (1998). Zgodnie z tym podejściem, relacja reprezentacji między orbitami cechowania a stanami fizycznymi to relacja wiele do jednego, przy czym to stwierdzenie może odnosić się do obu opcji z zakresu interpretacji pośrednich.

7.3.2. Przestrzenie możliwości a spór substancjalizm - relacjonizm

Zagadnienie (ii) należy przedstawić w kontekście wpływowego poglądu Belota (2000: 580), który twierdzi, że konieczną częścią stanowiska substancjalistycznego jest bezpośrednia interpretacja przestrzeni stanów i w konsekwencji dopuszczenie w opisie układów fizycznych najmniej restrykcyjnej przestrzeni możliwości fizycznych. Substancjalista zatem, jak sądzi Belot, musi dopuszczać ontologiczną *inflację* możliwości fizycznych. W przypadku relacjonizmu natomiast koniecznym założeniem jest któraś z pośrednich interpretacji, a zatem relacjonista może dopuszczać bardziej restrykcyjne przestrzenie możliwości fizycznych. Oznacza to, że relacjonista musi postulować *deflacjonizm* ontologiczny w odniesieniu do możliwości fizycznych (Rickles 2007: 35).

Rickles w tym kontekście formułuje dwie tezy. Po pierwsze, odrzuca on przekonanie, że da się w tak jednoznaczny sposób sformułować rozróżnienie między substancjalizmem a relacjonizmem. Rickles twierdzi, że związek między stanowiskami dotyczącymi natury czasoprzestrzeni a liczeniem możliwości fizycznych bynajmniej nie ma charakteru koniecznego (zob. *ibid.*: 39). Po drugie, twierdzi on, że obserwable w OTW nie dają podstawy do wyboru między substancjalizmami a relacjonizmami: wszystkie interpretacje przestrzeni stanów zgodne z praktyką badawczą w kontekście OTW mogą być uzgodnione z jakąś wersją substancjalizmu bądź relacjonizmu. Stąd obserwable w OTW Rickles rozumie jako całkowicie neutralne względem statusu obiektów, czy to w odniesieniu do materialnych zdarzeń, czy w odniesieniu do punktów czasoprzestrzeni: nie da się stwierdzić, w świetle OTW, czy obiekty są indywiduami, nie-indywiduami, czy też należy je wyeliminować. Fizyka pola grawitacyjnego po prostu nie daje środków do rozstrzygnięcia tej kwestii, stąd agnostycyzm wobec obiektów i przypisanie relacyjnym obserwabdom centralnego ontologicznego znaczenia w obrębie minimalnego strukturalizmu.

Argumentacja Ricklesa na rzecz pierwszej tezy opiera się na podaniu przykładów nieinflacjonistycznych stanowisk substancjalistycznych oraz niedeflacjonistycznych stanowisk relacjonistycznych. W pierwszym przypadku Rickles podaje przykład wyrefinowanego substancjalizmu, rozumiejąc przez to stanowisko dowolny substancjalizm, w którym akceptuje się równoważność Leibniza (*ibid.*: 36). Przykłady tego typu stanowisk wymieniłem już wcześniej, dlatego nie będę ich tutaj ponownie przytaczać (zob. rozdz. 5). Dla Ricklesa możliwość akceptacji przez substancjalistę LE bez naruszenia głównej tezy substancjalizmu (przez którą rozumie on tezę głoszącą niezależność przestrzeni/czasoprzestrzeni od

materialnych ciał/zdarzeń/procesów), jest wystarczającą racją do uznania, że założenie inflacjonizmu – bardzo silnej tezy o charakterze modalnym – nie jest niezbędną częścią stanowisk substancjalistycznych (*ibid.*: 36). W drugim przypadku, niedeflacionistycznego relacjonizmu, Rickles proponuje następujący, prosty argument. Rickles stwierdza, że skoro relacjonista do ontologii świata fizycznego włączać będzie wyłącznie obiekty materialne, np. ciała, to nic nie stoi na przeszkodzie, aby ciał tworzących, przykładowo, trójelementową konfigurację, nie poddać transformacjom permutacyjnym, jeżeli ciała te mają identyczne własności. Wówczas, zachowując strukturę konfiguracji materialnej, można wytworzyć wiele różnych, lecz obserwowalnie nieodróżnialnych możliwych stanów takiej konfiguracji (*ibid.*: 37). W tym sensie istnieje również opcja, aby relacjonista był inflacjonistą. Z tych rozważań Rickles wyprowadza wniosek, że skoro w przeciwstawnych stanowiskach można założyć identyczny sposób liczenia możliwości fizycznych, to liczenie możliwości fizycznych nie tworzy nieodzownych założeń stanowisk substancjalistycznych i relacjonistycznych.

Ponieważ Rickles akceptuje, jak wskazano powyżej, że główna teza substancjalizmu głosi niezależność czasoprzestrzeni od materialnych zdarzeń i procesów, zaś w relacjonizmie tezę tę się neguje, to jest jasne, że w obu przypadkach zakłada się poprawność metafory pojemnika. W związku z tym Rickles zgadza się z zarzutem Rynasiewicza wobec sporu o naturę czasoprzestrzeni – że dyskusja ta jest w kontekście OTW błędnie sformułowana. Wynika to ze wspomnianej już przeze mnie kwestii podwójnej roli tensora metrycznego. Stąd nietrafne są interpretacje OTW, które zakładają dobrze określoną różnicę między czasoprzestrzenią a jej „zawartością”. Dlatego Rickles uważa, że OTW nie daje żadnych środków, aby rozstrzygnąć jaka jest natura czasoprzestrzeni, jeżeli pytanie o tę naturę związane jest ze stanowiskami substancjalistycznymi bądź relacjonistycznymi, co podkreśla on ze względu na argument dziury:

indeterminizm argumentu dziury podkreśla fakt, że ogólna teoria względności jest „obojętna” wobec tego, na jakich punktach czasoprzestrzeni rozmieszczone jest pole metryczne. Nie implikuje to, że punkty czasoprzestrzeni nie istnieją, nie implikuje również, że istnieją; nie odrzuca haecceityzmu, ani go nie implikuje. Nie legitymizuje relacjonizmu ani substancjalizmu. Właściwie, indeterminizm ogólnej teorii względności w ogóle nie jest istotny dla tych koncepcji czasoprzestrzeni. Twierdzę, że koncepcja strukturalistyczna działa najlepiej – aczkolwiek, znowu, OTW jej nie legitymizuje. Część uznawanej przeze mnie racji na rzecz uznawania strukturalizmu bierze się stąd, że wiele na pierwszy rzut oka niezgodnych stanowisk można uspołnić z rozważaną teorią (*ibid.*: 73, tł. D. Luty).

To, co można stwierdzić o czasoprzestrzeni na podstawie OTW, to właśnie jej struktura – a oderwanie tego pojęcia od założeń dotyczących obiektów prowadzi w ujęciu Ricklesa

bezpośrednio do obserwabli w OTW. Rickles uważa, że koncepcja obserwabli w ramach OTW nie wyróżnia ani substancjalizmu, ani relacjonizmu. Stąd adekwatne ujęcie ontologii czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej powinno, zdaniem Ricklesa, opierać się właśnie na koncepcji obserwabli w OTW.

7.3.3. Ontologia obserwabli

Zagadnienie (iii), obserwable w OTW, Rickles omawia w kontekście sformułowania OTW w postaci hamiltonowskiej (zob. Arnovitt, Deser, Misner 1959; 1960). Niech (M, g) będzie modelem czasoprzestrzeni globalnie hiperbolicznej, tj. takiej, gdzie istnieje globalna funkcja czasu $t: M \rightarrow \mathbb{R}$. Funkcja ta pozwala na podział tej czasoprzestrzeni w taki sposób, że liście foliacji są dyfeomorficzne z rozmaitością trójwymiarową, czyli niech Σ reprezentuje trójwymiarowe rozmaitości riemannowskie. Niech ϕ będzie dyfeomorfizmem takim, że $\phi: \Sigma \rightarrow M$. Operacja ta wyznacza powierzchnie Cauchy'ego na M – Rickles oznacza je jako S . Pole metryczne g wyznacza geometrię na S określoną poprzez tensory q i K . Tensor q , uzyskany z g , definiuje metrykę przestrzenną na liściach foliacji. Tensor K również jest tensorem przestrzennym uzyskanym z pola metrycznego. Przy rozpisaniu pola q z indeksami, q_{ab} , podniesienie jednego z indeksów pozwala na rzutowanie dowolnego czterowymiarowego pola tensorowego na tensory przestrzenne. Ponadto wyrażenie tensora K między innymi w terminach pochodnej kowariantnej ∇ , pozwala na określenie krzywizny zewnętrznej zanurzenia Σ w M . Rickles podaje, że para (q, K) charakteryzuje dynamiczny stan pola grawitacyjnego, jeżeli w każdym punkcie $x \in \Sigma$ spełnione są równania więzów Gaussa–Codazziego. Rickles przytacza je w następującej postaci:

$$\begin{aligned} R + (K_a^a)^2 - K^{ab}K_{ab} &= 0 \\ \nabla^a K_{ab} - \nabla_b K_a^a &= 0, \end{aligned} \tag{42}$$

gdzie R jest skalarą krzywizny¹⁰¹. Rickles interpretuje jako przestrzeń konfiguracyjną Q przestrzeń metryk na Σ , czyli $Q = \text{Riem}(\Sigma)$. Stąd przestrzeń fazowa Γ to po prostu T^*Q . Pęd

¹⁰¹ Takie wprowadzenie równań więzów Gaussa–Codazziego przez Ricklesa jest nieco nienaturalne, ponieważ w kontekście ADM równania te wprowadza się od razu w terminach pędów ADM zdefiniowanych poprzez metrykę i tensor K . Pęd (ADM) kanonicznie sprzężony z tensorem q Rickles wprowadza dopiero w kontekście tego, co wyznacza geometrię symplektyczną na przestrzeni fazowej możliwych stanów pola grawitacyjnego.

p , który ma współwyznaczać geometrię symplektyczną na Γ można zdefiniować następująco¹⁰²:

$$p^{ab} = \sqrt{g}(g^{ab}K - K^{ab}) . \quad (43)$$

W przestrzeni fazowej OTW istnieć będą punkty, które są dynamicznie „niedostępne” – właściwa fizycznie przestrzeń fazowa tworzona jest przez podzbiory (podprzestrzenie) $C \subset T^*Q$, w których spełnione są więzy hamiltonowskie (skalarne) i dyfeomorficzne (wektorowe) (Rickles 2007: 85). Więzy te są więzami pierwszej klasy φ_a . Więzy tej klasy, standardowo, generują transformacje cechowania, co w przypadku OTW oznacza, że przy ich pomocy wyraża się ogólną współmienniczość. Pierwsze więzy związane są z funkcją upływu N , drugie zaś z wektorem przesunięcia N_i ; funkcje te reprezentują również składowe czterowymiarowej metryki g oraz kodują informację o ewolucji danych Cauchy’ego na liściach przyjętej foliacji czasoprzestrzeni i pozwalają sformułować hamiltonian dla pola grawitacyjnego w OTW. W rezultacie dynamika kodowana przez hamiltonian w OTW wyrażona jest wyłącznie poprzez więzy, a ponieważ jest on liniową kombinacją więzów, funkcja ta znika na podprzestrzeniach C ¹⁰³.

Argument dziury w kontekście zarysowanego wyżej sformułowania OTW w formalizmie hamiltonowskim można zatem zinterpretować jako argument kierowany przeciwko bezpośredniej interpretacji przestrzeni fazowej układu fizycznego ogólnie współmienniczej teorii typu OTW, zgodnie z którą wszystkie punkty przestrzeni fazowej reprezentują odmienne możliwości fizyczne. Poprawne interpretacje OTW muszą zatem bazować na interpretacjach pośrednich. Rickles stwierdza, że są one dostępne zarówno dla relacjonistów, jak i substancjalistów (*ibid.*: 86), zatem ontologię czasoprzestrzeni powinniśmy wyrazić w ramach stanowiska strukturalistycznego ze względu na kluczową rolę (relacyjnych) obserwabli w OTW (*ibid.*: 133–134). Konkretne koncepcje obserwabli, jakie Rickles przytacza w kontekście OTW, to obserwable Diraca (Farajollahi, Luckock 2006: 8; Lusanna 1995: 6),

¹⁰² Rickles korzysta z formalnie odmiennej definicji, zamiast metryki g wykorzystując q . Daje to nieco bardziej skomplikowaną definicję. Definicja przytoczona przeze mnie jest prostsza i wybór ten nie niesie ze sobą konsekwencji dla dalszego wyводу Ricklesa dotyczącego OTW.

¹⁰³ Ten fakt dotyczący hamiltonowskiej postaci OTW jest podstawą problemu „zamrożonego formalizmu”, dynamiki pola grawitacyjnego, gdzie czas nie jest obserwabłą (zob. Rickles 2006). W ramach niniejszej pracy nie poświęcam jednak temu zagadnieniu więcej miejsca – łączyłoby się to ze zbyt dalekim odejściem od sporu o naturę czasoprzestrzeni, który analizuję zasadniczo w kontekście fizyki niekwantowej.

obserwable Bergmanna (Bergmann 1961) oraz obserwable pętłowe Wilsona (Giles 1981). Zmienne pętłowe wydają się być najlepszą koncepcją obserwabli w kontekście obecnie jeszcze niesprawdzonych teorii kwantowej grawitacji (Woszczyk 2011: 42). Ponownie jednak poprzestanę wyłącznie na klasycznym kontekście – ta decyzja bowiem nie wpływa na poprawność bądź niepoprawność uzasadnienia stanowiska strukturalizmu minimalnego.

Rickles skupia się on na obserwablach Diraca. Ponieważ w tym przypadku obserwable komutują z więzami pierwszej klasy, wielkości O_r są obserwabkami, jeżeli $\{O_r, \varphi_a\} \approx 0$, natomiast φ_a to więzy pierwszej klasy. Ponieważ więzy generują transformacje cechowania, powiązane symetriami cechowania stany fizyczne układu (punkty na orbitach cechowania w przestrzeni fazowej) są nieodróżnialne, a zatem tożsame ze względu na cechowanie obserwable odnoszą się dokładnie do tego samego stanu fizycznego. Stąd Rickles stwierdza, że

To, na co naciskałem, to obojętność czy niewrażliwość praw fizyki (w szczególności w odniesieniu do obserwabli) wobec *określonych rodzajów* nieobserwowalnej ontologii (jakościowo nieodróżnialnych indywiduów). Zwłaszcza chodzi o te, w których występują elementy (obiekty) połączone symetriami cechowania takimi, że jeśli te elementy uległyby permutacji w różnych scenariuszach, wtedy scenariusze te byłyby nieodróżnialne. Innymi słowy, obserwable nie powinny rejestrować różnic haecceistycznych – nie implikuje to jednak, że takowe nie istnieją. Implikuje tylko, że fizyka jest, czy powinna być, przedsięwzięciem opartym o własności jakościowe (Rickles 2007: 128, tł. D. Luty).

W tym kontekście Rickles wprowadza ostatni swój argument za minimalnym strukturalizmem powiązany z metafizycznym niedookreśleniem klasycznej OTW. Argument ten dotyczy „natury” obserwabli rozważanych przez Ricklesa. Preferowane przez siebie ujęcie rozpatruje on za Rovellim, Smolinem i Earmanem, głosząc, że odnośne obserwable mają charakter relacyjny (*ibid.*: 134). Rickles stawia pytanie, czy takie rozumienie obserwabli implikuje stanowisko relacjonistyczne i udziela odpowiedzi przeczącej. Analizuje on bardziej szczegółowo poglądy Rovellego, który uważa, że ogólna współzmienniczość naturalnie prowadzi do relacjonizmu – w tym sensie, że pola zyskują swój sens fizyczny nie poprzez określenie na rozmaitości różniczkowalnej, ale ze względu na określenie w stosunku do innych pól, należy mówić zatem o „relacyjnej lokalizacji pól”. Rovelli twierdzi, że lokalizacja w punktach rozmaitości czasoprzestrzennej nie daje autentycznych obserwabli – są one dostępne tylko w kontekście lokalizacji relacyjnej. Lokalizacja względem punktów może bowiem zmieniać się pod wpływem przekształceń dyfeomorficznych, czyli nie jest niezmiennicza ze względu na te symetrie:

Jeżeli żądamy, że lokalizacja jest zdefiniowana wyłącznie względem samych pól i cząstek, wtedy nie ma nic, co odróżnia fizycznie dwa rozwiązania (...). Wynika z tego, że lokalizacja względem rozmaitości nie posiada znaczenia fizycznego (...). W OTW ogólna współzmienniczość jest zgodna z determinizmem jedynie wtedy, gdy przyjmujemy, że indywidualne punkty czasoprzestrzeni nie mają jako takie żadnej fizycznej roli (...). Rzeczywistość nie jest zbudowana z cząstek i pól umieszczonych w czasoprzestrzeni; jest złożona z cząstek i pól (w tym pól grawitacyjnych), które są lokalizowalne wyłącznie względem siebie. Żadnych pól na czasoprzestrzeni: jedynie pola na polach (Rovelli 2004: 70, tł. D. Luty).

Rickles stwierdza o tej koncepcji, że jest formalnie poprawna, lecz relacjonistyczna interpretacja przedstawiona przez Rovellego jest zbyt radykalna i podaje dwie racje na rzecz tego przekonania (Rickles 2007: 135). W pierwszej z nich Rickles powtarza swoje agnostyczne nastawienie względem punktów czasoprzestrzeni: relacyjny charakter obserwabli pociąga za sobą jedynie to, że obserwabli są „niewrażliwe” na wszelkie fakty dotyczące punktów¹⁰⁴. Nie daje to jednak podstaw do jednoznacznego rozstrzygnięcia, że punkty nie istnieją. Drugą zaś jest spostrzeżenie, że punkty rozmaitości nie są jedynymi kandydatami do reprezentowania punktów czasoprzestrzeni. Jako przykład punktów, które mogą służyć za „lokalizacje” pól i mieć czasoprzestrzenny charakter, Rickles podaje punkty skonstruowane z funkcjonałów tensora Weyla uzyskanego z pola metrycznego w ramach metody Bergmanna–Komara (zob. rozdz. 5.3.3). W tym sensie, jak uważa Rickles, zwolennik jakiejś wersji wyrafinowanego substancjalizmu może zaakceptować relacyjny charakter obserwabli. Ponieważ jednak ponownie pojawia się metafizyczne niedookreślenie, gdzie relacjoniści i substancjaliści mogą zaakceptować tę samą koncepcję obserwabli, to, jak twierdzi Rickles, adekwatne stanowisko interpretacyjne powinno być oparte o źródło tego niedookreślenia – symetrie cechowania w OTW.

Celem przybliżenia adekwatnego, w przekonaniu Ricklesa, strukturalistycznego ujęcia natury obserwabli, podejmuje się on krytyki poglądu Rovellego, zgodnie z którym istnieje różnica między obserwabliami częściowymi a obserwabliami zupełnymi: „obserwabli częściowe mogą być mierzone, lecz nie przewidywane, zaś obserwabli zupełne są zachodzącymi między obserwabliami częściowymi korelacjami, które mogą być zarówno zmierzone, jak i przewidywane” (*ibid.*: 162, tł. D. Luty). Dokładniej, jak stwierdza Rovelli, „układy ogólnorelatywistyczne sformułowane są w terminach zmiennych (...), które ewoluują ze względu na siebie nawzajem. OTW wyraża relacje między nimi, lecz ogólnie nie możemy

¹⁰⁴ Można twierdzić, że jest to sytuacja całkiem analogiczna do historycznej kwestii zbędności eteru, co pokazuje pewną ciągłość omawianej problematyki na styku metodologii i metafizyki.

szukać rozwiązań dla jednej zmiennej, rozumiejąc ją jako funkcję innej zmiennej” (Rovelli 2002: 124013, tł. D. Luty).

Powyższe rozumienie różnicy między obserwabami częściowymi i całkowitymi jest dla Ricklesa niesatysfakcjonujące, bowiem prowadzi to do uznania, że istnieją obserwabie, które nie są przewidywalne (Rickles 2007: 164). Stąd proponuje on, aby rozpatrywać mierzalność obserwabli częściowych jako ich własność wynikającą z bycia częścią korelacji (obserwabli zupełnych), co daje strukturalistyczny pogląd na naturę obserwabli: „nie można rozłożyć (...) względnych obserwabli na ich elementy, ponieważ nie mają one żadnego fizycznego znaczenia poza (niezależnie od) korelacjami” (*ibid.*: 166, tł. D. Luty). Zatem w kontekście pytania o to, co jest potrzebne do zdefiniowania wielkości tworzących obserwabie, Rickles sądzi, że nie należy przyjmować, że są to albo z konieczności układy materialne, albo z konieczności struktury czasoprzestrzenne:

Nazwę całościową strukturę utworzoną z korelacji siecią korelacyjną, zaś to, co jest korelowane będą nazywać korelatami (*correlata*). To ważne, aby odnotować, że korelaty nie muszą być materialnymi obiektami i że możemy znaleźć stosowne byty w pustych czasoprzestrzeniach. Można użyć (dowolnych) czterech niezmienników tensora metrycznego, aby wprowadzić wewnętrzny układ odniesienia, który można wykorzystać do skonstruowania koniecznej sieci korelacyjnej. Stąd, omawiane podejście nie implikuje relacjonizmu; nie implikuje również substancjalizmu (ani wyrafinowanego, ani bezpośredniego [rozmaitościowego – dop. D. L.]). Przyczyną jest oczywiście to, że odnośne interpretacje wymagają założenia dotyczącego priorytetu jakiejś kategorii obiektów (punkty, pola, czy cokolwiek) (*ibid.*, tł. D. Luty).

Uważam, że stanowisko strukturalizmu minimalnego jest bardzo interesujące i w przekonujący sposób uzasadnione. Jednocześnie Rickles umiejętnie unika trudności związanych z eliminacyjnymi wersjami OSR. Istotnie, minimalny strukturalizm wydaje się poglądem trudnym do obalenia i uznaję, że należy się z odnośnym stanowiskiem liczyć. Można jedynie stwierdzić, że rozważania Ricklesa ostatecznie skupiają się na (strukturalistycznej) naturze *obserwabli*, zatem minimalizm stanowiska tego autora wyrażałby się w porzuceniu mocniejszych założeń dotyczących czasoprzestrzeni pojętej jako swego rodzaju byt. W następnym podrozdziale zaproponuję pogląd, być może również wartościowy, o charakterze bardziej metafizycznym.

7.4. Silny strukturalizm metryczny

OSR stanowi współcześnie ważny nurt filozoficzny, w którym proponuje się określoną ontologię fizyki fundamentalnej. Trudności omówionych przeze mnie w tym rozdziale stanowisk skłaniają jednak do tego, aby podjąć próbę sformułowania podejścia innego niż przedstawione przez przywołanych autorów. W szczególności dotyczy to ontologii czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej. Obok wniosków dotyczących różnych wersji strukturalizmów czasoprzestrzennych, istotne w formułowaniu mojego stanowiska są również konkluzje z analiz nowszych wariantów poglądów substancjalistycznych i relacjonistycznych. Skupiając się wyłącznie na OTW, wprowadzam koncepcję strukturalnych nie-indywiduów, która pozwala, w moim przekonaniu, na trafną i oszczędną strukturalistyczną metafizykę punktów czasoprzestrzeni. Swoje stanowisko nazywam silnym strukturalizmem metrycznym (SSM):

- Silny strukturalizm metryczny**
- (1) Punkty czasoprzestrzeni nie posiadają pierwotnej tożsamości – są strukturalnymi nie-indywiduami.
 - (2) Punkty oraz konkretne relacje czasoprzestrzenne są ontologicznie równorzędne i współzależne – ilekroć dane jest pole grawitacyjne, tylekroć dana jest numeryczna wielość punktów.

Przymiotnik „silny” użyty jest ze względu na to, że chociaż punkty¹⁰⁵ i relacje są ontologicznie równorzędne, fizycznie kluczową rolę pełni metryka. Odzwierciedlone to jest w metafizyce proponowanej w SSM poprzez rozumienie relacji jako relacji konkretnych, które określone są na nie-indywidualnych obiektach. Poszczególne tezy omawiam w kolejnych podrozdziałach.

Założenia SSM są następujące. Pierwsze z nich ma charakter epistemologiczny i dotyczy akceptacji strukturalnego realizmu wewnętrznego (rozd. 2.3.1). Zgodnie z tym podejściem realistyczne nastawienie względem teorii naukowych jest słuszne, jednakże jest ono zrelatywizowane do strukturalnych aspektów danego aparatu pojęciowego konkretnej teorii. W ramach strukturalnego realizmu wewnętrznego stosuje się odpowiednio ujęty manewr Poincarégo (rozd. 3.3.5). Ma to służyć ustaleniu, jakiej interpretacji metafizycznej może podlegać aparat pojęciowo-formalny danej teorii: czy można zinterpretować ją w terminach

¹⁰⁵Podobnie jak w wielu przypadkach wcześniej, w tym rozdziale stosuję rozróżnienie między „punktami” a „zdarzeniami w sensie właściwym” (zob. rozdz. 4.3.2).

bytów indywidualnych, czy nie? W przeciwieństwie do Frencha zaproponowałem dwa kryteria stosowalności tego manewru (praktyka badawcza oraz wewnątrzteoretyczna spójność) oraz uzasadniłem, dlaczego manewru Poincarégo nie trzeba rozumieć w taki sposób, że odrzuca się całkowicie kategorię obiektów. Eliminacji podlegać mogą po prostu indywidua (obiekty z dobrze określoną tożsamością) (rozd. 7.1.2).

Drugie założenie SSM głosi, że wyróżnioną fizycznie rolę pełni metryka. Pociąga to za sobą automatycznie akceptację LE i w związku z tym negację *quasi*-absolutności rozmaitości M (rozd. 4.3.1). Sformułowanie określonego modelu czasoprzestrzeni w OTW oznacza znalezienie określonej metryki poprzez rozwiązanie równań pola Einsteina. Nie ma zatem czasoprzestrzeni bez struktury metrycznej. To stwierdzenie sformułował w kontekście współczesnej metafizycznej refleksji nad czasoprzestrzenią już Maudlin, jednakże, jak zostało to przedstawione, nie może to oznaczać zakładania esencjalizmu w odniesieniu do własności metrycznych, tak jak ujął to przywołany autor (rozd. 5.1.1).

Trzecie założenie SSM polega na przyjęciu, że zagadnienie podwójnej roli tensora metrycznego wraz z zagadnieniem nielokalizowalności energii grawitacyjnej są istotne w kontekście ustalania statusu ontologicznego czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej. W pierwszym przypadku otrzymujemy informacje o tym, że w ramach OTW nie można założyć poprawności metafory pojemnika, co oznacza, że czasoprzestrzeń musi być rozumiana jednocześnie jako dynamiczne pole fizycznie oraz jako byt określający relacje metryczne między zdarzeniami. Nielokalizowalność energii grawitacyjnej natomiast informuje nas o specyfice oddziaływania grawitacyjnego, która w ramach stanowiska filozoficznego dotyczącego OTW powinna zostać interpretacyjnie uwzględniona. Dwa ostatnie założenia traktuję jako naturalne i niekontrowersyjne rezultaty analiz stanowisk sformułowanych w ramach dyskusji wokół argumentu dziury; w świetle tych założeń i argumentacji do nich prowadzących przyjmuję, że pole grawitacyjne, reprezentowane przez pole metryczne wraz z jego topologią, jest rzeczywistym i swoistym ontologicznie polem fizycznym. Założenia te właściwie powiązane są z podręcznikowym ujęciem OTW.

7.4.1. Punkty czasoprzestrzeni jako strukturalne nie-indywidua

Stanowisko SSM przybliżyć zaczynając od omówienia tezy (1). Wielu autorów, stosując kategorię nie-indywiduów (rozd. 3.1.1) do opisu ontologii fizyki kwantowej oraz fizyki relatywistycznej, kładzie nacisk na jej unifikującą metafizycznie rolę. Jak starałem się jednak

pokazać (rozdz. 3.3.4), nie-indywidualność cząstek stwierdza się na podstawie zupełnie innych rozstrzygnięć niż w przypadku ujmowania punktów jako nie-indywiduów, mimo że, ostatecznie, w obu przypadkach interesuje nas stwierdzenie pierwotności numerycznej wielości obiektów i braku ich pierwotnej tożsamości. Ważne dla mojego wywodu różnice przedstawia tabela:

	Cząstki kwantowe	Punkty czasoprzestrzeni
(i) Kryteria manewru Poincarégo	Spełnione kryterium praktyki badawczej i wewnątrzteoretycznej spójności	Spełnione kryterium wewnątrzteoretycznej spójności
(ii) Symetrie	Permutacje	Dyfeomorfizmy
(iii) Działanie symetrii	Wewnątrzświatowe (w obrębie stanu)	Zewnątrzświatowe (w przestrzeni modeli)
(iv) Koncepcja rodzaju naturalnego	Stosuje się	Nie stosuje się

Tab. 2. Różnice między cząstkami kwantowymi a punktami czasoprzestrzeni.

W przypadku (i) dostępne dane empiryczne dotyczące cząstek kwantowych jednoznacznie wskazują na to, że nie mają one pierwotnej tożsamości. W QM nie możemy również definiować w sposób klasyczny mierzalności własności omawianych obiektów. Dlatego praktyka badawcza sugeruje, aby w ontologii QM nie uwzględniać kategorii indywiduów. Stąd można twierdzić, że w naturalny sposób QM wymusza niestandardową teorię mnogości do opisu cząstek kwantowych. W OTW natomiast, jako niekwantowej teorii fizycznej, wydaje się, że praktyka badawcza *prima facie* (ze względu na matematyczny sposób konstruowania schematu modeli czasoprzestrzeni, gdzie pola fizyczne „nakładane” są na rozmaitość) sugeruje ujmowanie punktów rozmaitości czasoprzestrzennych jako indywidualnych obiektów. Okazało się, że przypisanie samej rozmaitości M statusu reprezentacji fizycznej czasoprzestrzeni (i pominięcie w tym kontekście pola metrycznego) od początku skazane było na porażkę ze względu na niezgodność ze standardowym rozumieniem OTW, w którym akceptuje się LE. Argument dziury można potraktować jako rozumowanie wykazujące, że substancjalistyczna interpretacja punktów rozmaitości, przypisująca im status indywidualnych bytów fizycznych, jest niepoprawna, ponieważ jej *konsekwencją* jest wewnątrzteoretyczna niespójność dotycząca determinizmu. Jednakże nie wynika z tego, że do

formalno-logicznej reprezentacji punktów czasoprzestrzeni zmuszeni jesteśmy wykorzystywać niestandardową teorię mnogości.

Różnica między OTW i QM związana z kryteriami manewru Poincarégo prowadzi jednak do pytania – dlaczego w ogóle mielibyśmy traktować punkty czasoprzestrzeni jako nie-indywidualne, skoro nie możemy ich reprezentować *formalnie* jako nie-indywidualne w kontekście praktyki badawczej fizyków relatywistów? Po pierwsze, można ogólnie stwierdzić, że

(...) nie-indywidualność może być rozumiana na wiele sposobów. Nie powinno to dziwić, skoro indywidualność także ujmowana jest różnorodnie. Oczywiście, tak jak istnieje dysputa dotycząca adekwatnej zasady indywidualności, istnieje również dyskusja wokół pytania o właściwe rozumienie nie-indywidualności, lecz fakt ten jako taki nie powinien nas niepokoić. Jako filozofowie, powinniśmy być przyzwyczajeni do takich okoliczności. Istotne jest to, że konkretny system logiki, taki jak logika niezwrótności, nie pełni konstytutywnej roli dla znaczenia „nie-indywiduum” jako metafizycznego pojęcia. Istnieją w pełni akceptowalne sposoby uczynienia tego pojęcia metafizycznie jasnym. W pewnym sensie jest to analogiczne do stwierdzenia Lowe’a, że pojęcie obiektu powinno być rozumiane metafizycznie, bez powiązań z typowo Quinowską definicją formułowaną przy pomocy koncepcji lingwistycznych, takich jak bycie wartością zmiennej i innych podobnych koncepcji syntaktycznych (...) (Arenhart 2017: 1344, tł. D. Luty).

Po drugie, można skupić się na związku pojęcia przeliczalności z pojęciem nie-indywidualności i rozpatrzyć ten związek w kontekście fizyki relatywistycznej. W przywoływanej przeze mnie teorii *quasi*-zbiorów, służącej do formalnego opisu nie-indywiduów (rozdz. 3.1.1), pokazuje się, w jaki sposób zbiorowi nie-indywiduów można przypisać liczbę kardynalną, nie można natomiast przypisać mu liczby porządkowej. Oznacza to, że byty tworzące rozważany zbiór można policzyć bez zakładania ich tożsamości, z czego wynika pierwotna numeryczna wielość nie-indywiduów (zob. Arenhart 2013: 3476). W przypadku wielocząstkowych układów kwantowych możemy, zakładając teorię *quasi*-zbiorów, sformułować stwierdzenie dotyczące liczby cząstek tworzących taki układ. Jednakże gdybyśmy zechcieli policzyć punkty czasoprzestrzeni, to byłoby to przedsięwzięcie absurdalne (chyba że będziemy kiedyś dysponować jej finitystycznym modelem kwantowym). Wprowadzając standardowo w kontekście OTW różniczkowalność chcemy, aby przekształcenia współrzędnych były wielokrotnie różniczkowalne – czasoprzestrzeń klasyczna (ignorując problem przyszłej kwantyzacji) jest bytem ciągłym, a nie holistycznym układem dyskretnych „atomów” czasoprzestrzennych. Stąd próba wykorzystania teorii *quasi*-zbiorów, jeżeli potraktowalibyśmy punkty jako nie-indywidualne, byłaby tak naprawdę zbędna, ponieważ *liczenie* punktów fizycznej czasoprzestrzeni jest niewykonalne. W rezultacie, rozważenie tego, w jaki sposób OTW i QM spełniają bądź nie kryteria manewru Poincarégo, pozwala stwierdzić,

że koncepcja nie-indywidualności punktów czasoprzestrzeni nie musi być stowarzyszona z teorią *quasi*-zbiorów. Zauważmy również, że powyżej mowa była wyłącznie o punktach *nagiej* różniczkowalnej, podczas gdy właściwe strukturalistyczne ujęcie czasoprzestrzeni musi odnosić się do metryki. Gdy natomiast zwrócimy się ku cząstkom kwantowym, można stwierdzić, że mamy dobre powody, aby zaakceptować w odniesieniu do nich teorię *quasi*-zbiorów (czy innego podejścia tego typu).

Z różnicy (ii) wynika przede wszystkim to, że symetrie dyfeomorficzne i permutacyjne związane są z odmiennymi kontekstami fizycznymi. Jest to istotne w ocenie adekwatności zasady GP, która miała, między innymi, wyrażać metafizyczne podobieństwo QM i OTW. Jak wskazałem, zasada ta wymusza sprowadzenie symetrii dyfeomorficznych do permutacji, co nie wydaje się słuszne (rozdz. 3.3.4). Jeżeli zatem zgodzimy się, że przyznanie cząstkom czy punktom statusu nie-indywidualności jest następstwem rozstrzygnięć dotyczących roli symetrii w QM i OTW, to nie można ignorować różnic między odpowiednimi symetriami.

W odniesieniu do różnicy (iii) należy stwierdzić, że symetrie permutacyjne dotyczące cząstek działają w obrębie poszczególnego rozwiązania równań teorii. Wobec tego cząstki mają niejako automatyczną, „wewnątrzświatową” (czy „wewnątrzmodelową”) nie-indywidualność. W przypadku punktów czasoprzestrzeni ich nie-indywidualność jest stwierdzana przede wszystkim ze względu na nietrywialne symetrie dyfeomorficzne działające w obrębie całej przestrzeni dopuszczalnych modeli. Rozpatrywane są tu zatem przekształcenia modeli, stąd istotne w tym kontekście są ustalenia dotyczące tożsamości (bądź jej braku) punktów z perspektywy „transświatowej” (czy „transmodelowej”). Zarazem, jak się okazało w ramach krytycznej analizy stanowiska esencjalizmu strukturalnego, aby w ogóle mówić o modalnym „zachowywaniu się” punktów ze względu na esencjalnie rozumiane własności metryczne oraz aby uniknąć problemów z rzekomą niespójnością teorii ról strukturalnych, trzeba minimalnie założyć numeryczną wielość punktów w obrębie modelu, tj. wewnątrzświatowo (zob. rozdz. 6.2). Oczywiście, nie można punktów rozumieć jako dobrze określonych indywidualności, to bowiem skutkowałoby regresem do standardowego substancjalizmu. W konsekwencji jednak pojawiają się problemy dotyczące *strukturalistycznego* rozumienia numerycznej wielkości fizycznych punktów pozbawionych pierwotnej tożsamości *w ramach modelu czasoprzestrzeni*. W przypadku stanowiska MSE trudności te ujawniły się ze względu na nieadekwatność zasady GP zwłaszcza w kontekście OTW, natomiast w przypadku MOSR – ze względu, między innymi, na posłużenie się, w odpowiedzi na zarzut Wüthricha, koncepcją relacyjnego sposobu istnienia punktów.

W świetle powyższych rozważań twierdzą, że adekwatna strukturalistyczna interpretacja punktów czasoprzestrzeni wymaga wprowadzenia rozróżnienia między typami nie-indywiduów. Zanim powiążę tę kwestię z różnicą (iv), chciałbym odnieść się do podziału na typy nie-indywiduów zaproponowanego przez Lowe'a (2016: 59). Ich charakterystyki związane są w omawianym kontekście z negacją obu bądź jednej części definicji indywiduum, zgodnie z którą x jest indywiduum wtedy tylko, gdy: (1) x posiada określoną numeryczną jednostkowość; (2) x posiada określoną tożsamość (*ibid.*). Typy nie-indywiduów jakie można uzyskać są zatem następujące:

Typ I: <i>pseudo</i> -indywidua	Nie jest spełnione (1); jest spełnione (2);
Typ II: <i>quasi</i> -indywidua	Jest spełnione (1); nie jest spełnione (2);
Typ III: <i>sub</i> -indywidua	Nie jest spełnione (1); nie jest spełnione (2).

Jako przykład *pseudo*-indywiduów Lowe podaje organizmy biologiczne; *quasi*-indywiduów – elektrony. Przyznaje on, że nie jest w stanie wskazać przykładu *sub*-indywiduów. Przykład elektronów jako *quasi*-indywiduów wydaje się nieco kontrowersyjny. Z bardziej fundamentalnej fizycznie perspektywy, dwa splątane fermiony nie znajdują się w przestrzeni produktowej utworzonej z ich poszczególnych przestrzeni stanów, co stanowi wyraz kwantowego splątania rozważanych cząstek (Ladyman 2016b: 198). W tym sensie, w układach z większą liczbą splątanych cząstek można nawet twierdzić, że ich numeryczna określoność wydaje się być równie słabo ugruntowana co ich tożsamość. Stąd być może ze względu na splątanie należałoby głosić, że cząstki stanowią właśnie przykłady *sub*-indywiduów. Z drugiej strony, Lowe powołuje się przede wszystkim na przykład liczenia elektronów na powłokach elektronowych wokół atomu; ponadto przywoływane wcześniej (podrozdz. 1.3.1 i 3.1.1) poglądy na temat cząstek przedstawione przez Weyla i Schrödingera przypominają koncepcję *quasi*-indywiduów. Co więcej, potencjalnie skuteczny sposób odróżniania fermionów to zinterpretowana w terminach odpowiednich operatorów wzmiankowana już koncepcja słabej odróżnialności, której akceptacja w kontekście QM jest jednak dyskutowana (zob. Hugget, Norton 2014). Można zatem zaryzykować twierdzenie, że w zależności od kontekstu i interpretacji ontologicznej można o cząstkach stwierdzać, że są *quasi*- lub *sub*-indywiduami. Punkty czasoprzestrzeni natomiast, ze względu na problemy związane z argumentem dziury, są, w ramach klasyfikacji Lowe'a, *quasi*-indywiduami. Stąd wynika jednakże niejednoznaczność omawianego podziału. W świetle powyższych uwag istnieje bowiem kontekst, w którym zarówno punkty, jak i cząstki elementarne można ujmować jako nie-indywidua dokładnie tego samego typu – *quasi*-indywidua. Ponieważ jest to, moim

zdaniem, sprzeczne z dobrze uzasadnionym założeniem, że punkty i cząstki nie mogą być nie-indywiduami tego samego typu, traktuję klasyfikację Lowe'a jako niewystarczającą w odniesieniu do ontologii fizyki fundamentalnej (i OTW, i fizyki kwantowej).

Postulowana przeze mnie różnica (iv) odnosi się do twierdzeń formułowanych przez zwolenników niektórych wersji strukturalizmu czasoprzestrzennego. Bartels, interpretując własności metryczne esencjalistycznie, stwierdził, że własności te tworzą istoty rodzajowe punktów (rozdz. 5.1.1). Stachel natomiast uznał, że zarówno cząstki, jak i punkty można przypisać określonym rodzajom, czyli – w scholastycznej terminologii użytej przez Stachela – stwierdzić ich *quidditas*. To, czego wymienione byty nie mają, to *haecceitas* (rozdz. 6.5.1). Oczywiście, zazwyczaj akceptuje się, że uznawanie w obu przypadkach braku pierwotnej tożsamości jest dobrze uzasadnione. Jednakże w obliczu wymienionych wcześniej różnic między punktami a cząstkami należy zauważyć, że fizycznie i ontologicznie istotny podział cząstek na rodzaje – fermiony i bozony – nie znajduje swojego odpowiednika w fizyce czasoprzestrzeni, gdy rozważamy punkty. Prowadzi to do pytania: w jaki sposób punkty miałyby tworzyć rodzaj naturalny? Jak wskazałem w podrozdz. 5.1.1, udzielenie odpowiedzi nie jest łatwe. Po pierwsze, próba podjęta przez Bartelsa prowadzi do uznania (metrycznej) istoty rodzajowej jako ontologicznej „hybrydy” – jest czymś zarówno wewnętrznym jak i zewnętrznym, co wydaje się poważną niespójnością. Po drugie, własności metryczne są zawsze zrelatywizowane do określonego rozwiązania równań pola, a zatem – kontekstualne. Skoro tak, to „istota rodzajowa” punktów byłaby kontekstualna. W moim przekonaniu trudno taki rodzaj traktować realistycznie – w tym sensie koncepcja „punkty tworzą rodzaj naturalny” jest metafizycznie i eksplanacyjnie bezużyteczna. Oczywiście, wielu strukturalistów czasoprzestrzennych nie łączy pierwotnej numerycznej wielości punktów z istotami rodzajowymi. Jednakże, jak się wydaje, myślą oni o tejże wielości w analogii do cząstek kwantowych. Dlatego albo muszą umniejszyć teoretyczną rolę pierwotnej wielości punktów, tak jak zrobił to Hofer (rozdz. 5.2.2), albo muszą punkty *quasi*-rodzajowo scharakteryzować, tak jak Esfeld i Lam postulujący „relacyjne sposoby istnienia” punktów (rozdz. 7.2.3).

Ze względu na powyższe rozważania proponuję podział nie-indywiduów na nie-indywidua *per se* oraz nie-indywidua strukturalne. Niewątpliwie zakres zastosowań tego podziału jest wąski i nie ukrywam, że jest on formułowany *wyłącznie* z myślą o ontologiach OTW i QM. Jeżeli zechcemy interpretować cząstki kwantowe jako nie-indywidua, to będą one zawsze nie-indywiduami *per se*. Rozumiem przez to, że pozbawione pierwotnej tożsamości cząstki kwantowe *same z siebie* posiadają określone dyspozycje podlegające opisowi przy pomocy praw fizyki kwantowej; cząstki podlegają podziałowi na rodzaje ze względu na

określone, działające wewnątrzświatowo symetrie. Natomiast rozumienie punktów czasoprzestrzeni jako strukturalnych nie-indywiduów oznacza, że ich numeryczna wielość jest z konieczności stowarzyszona z występowaniem w świecie relacyjnej struktury. Punkty nie stanowią rodzaju naturalnego, współtworzą fizycznie rzeczywiste pole grawitacyjne i są ontologicznie niezbędne ze względu na to, że przestrzenie metryczne *zawsze* mają pewną naturalną strukturę topologiczną. Rozumienie fizycznych punktów czasoprzestrzeni jako strukturalnych nie-indywiduów jest następstwem zastosowania manewru Poincarégo do OTW, stąd odnośna decyzja ma charakter interpretacyjny, a nie rewizjonistyczny (w odniesieniu do standardowego formalizmu OTW). Oznacza to, że nie chcemy w przypadku standardowej OTW definiować przy pomocy niestandardowej teorii mnogości podstawowych struktur matematycznych potrzebnych do wyrażenia relatywistycznej fizyki.

Ze względu na podwójną rolę tensora metrycznego oraz nielokalizowalność energii grawitacyjnej czasoprzestrzeni można traktować jako swoiste i rzeczywiste pole fizyczne, które w swoich punktach przyjmuje określone wartości. Ponieważ w SSM owe punkty rozumiane są jako obiekty nie-indywidualne, trzeba stwierdzić, że stanowią one miejsca przyjmowania przez pole grawitacyjne określonych wartości. Tezy SSM dotyczą zatem ontologii pola grawitacyjnego jako takiego i nie obejmują kategorii zdarzeń materialnych związanych, przykładowo, z polami fermionowymi. Powiemy zatem, z perspektywy SSM, że pole grawitacyjne występuje również w takich możliwych światach, w których nie zachodzą zdarzenia materialne. Niewątpliwie konsekwencją SSM okazuje się być dualizm grawitacyjno-materialny, gdzie w odniesieniu do pola grawitacyjnego którego nie da się określić żadnej zasady indywidualności dla punktów.

O strukturalnej indywidualności można mówić, z perspektywy SSM, wyłącznie w odniesieniu do materialnych zdarzeń, zyskujących określoną lokalizację względem siebie nawzajem. Zadane przed chwilą pytanie sprowadza się zatem do podejrzenia, że „umiejscowienie” zdarzenia materialnego może jednak indywidualizować w jakiś sposób punktopodobne części pola grawitacyjnego. Tak jednak nie jest. W świetle SSM pole grawitacyjne jest *zawsze ontologicznie* jednorodne – miejsca struktury są nie-indywiduami, a więc są wzajemnie wymienne (zob. Krause 2005). Podmienianie punktów „pod” poszczególnymi zdarzeniami nie czyni żadnej różnicy. W rezultacie relacje czasoprzestrzenne nie mają mocy indywidualizowania punktów (miejsc) struktury grawitacyjnej, należałoby natomiast stwierdzić, że lokalizowanie zdarzeń względem siebie nawzajem wymaga teoretycznego odniesienia do konkretnych, dynamicznych relacji metrycznych.

Powyższa propozycja w całości sformułowana jest wyłącznie z myślą o niekwantowej fizyce czasoprzestrzeni. Gdybyśmy uwzględnili kwantową teorię pola, to moglibyśmy stwierdzić, że nie istnieje taki świat, w którym nie zachodzą jakieś zdarzenia materialne (dotyczące, przykładowo, wirtualnych cząstek kwantowych). Ta sytuacja daje szansę SSM w kontekście jakiejś przyszłej kwantowej teorii grawitacji: zamiast mówienia o miejscach w strukturze grawitacyjnej jako o strukturalnych nie-indywiduach można by było zaryzykować mówienie o *zdarzeniach* grawitacyjnych jako o bytach z tej właśnie kategorii. Być może umożliwiłoby to ujęcie SSM w postaci strukturalistycznego ewentyzmu kwantowograwitacyjnego. Obecnie jest to, rzecz jasna, czysta spekulacja. W tym przypadku, jak się wydaje, konceptualnie niezbędne byłoby założenie niestandardowej teorii mnogości – w klasycznej OTW natomiast nie ma takiej potrzeby.

7.4.2. Kategoria relacji w silnym strukturalizmie metrycznym

Tezę (2) SSM omawiam następująco. Konieczna do zaistnienia punktów czasoprzestrzeni (miejsc w strukturze pola grawitacyjnego zinterpretowanych jako strukturalne nie-indywidua) jest *konkretna* struktura metryczna dana w OTW przez tensorowe pole metryczne, dla którego rozwiązuje się dynamiczne równania pola Einsteina. W jaki sposób myśleć, przykładowo, o interwałach czasopodobnych czy liniach geodezyjnych jako relacjach określonych na bytach nie-indywidualnych?

Z perspektywy SSM, ilekroć mowa o relacjach czasoprzestrzennych, zawsze ma się na myśli konkretne relacje określone w ramach danego rozwiązania równań pola. Relacje te są kontyngentne, lecz dotyczy to, oczywiście, wyłącznie zrelatywizowania do danego modelu czasoprzestrzeni; sama korelacja między krzywizną czasoprzestrzeni a rozkładem energii-pędu jest już nomologicznie określona poprzez równania pola. Topologia danej czasoprzestrzeni „dostosowuje się”, by tak rzec, do warunków metrycznych i materialnych (dotyczących rozkładu energii-pędu) występujących w określonym modelu. Formalnie zatem możemy reprezentować relacje czasoprzestrzenne w standardowy, teoriomnogościowy sposób jako, przykładowo, aRb , zaś strukturę S jako dwójkę (D, R) , jednakże gdy rozważamy fizyczne relacje (czy struktury) i proponujemy ich metafizyczną interpretację, musimy uwzględnić, w jaki sposób w *danej teorii* fizycznie istotne relacje określa się jako relacje konkretne. SSM jest stanowiskiem, w którym od razu wyróżnia się konkretność relacji czasoprzestrzennych: aby mówić o konkretnych relacjach metrycznych, trzeba rozpatrzyć określone rozwiązanie

równań pola. W każdym przypadku relacje te będą jednak określone na punktach, które istnieć mogą tylko wtedy, jeżeli dane jest pole metryczne.

Konkretne relacje między zdarzeniami wyrażalne są zatem w SSM jako relacje między punktami, przy czym nie jest istotne, czy relacja między danymi zdarzeniami rozpatrywana jest dla konkretnych punktów – istnienie relacji metrycznych, w świetle koncepcji strukturalnych nie-indywiduów, oznacza tyle, że istnieje wiele punktów na których można te relacje określić. Oznacza to, że nic nie wymusza, aby daną relację między materialnymi zdarzeniami „sytuować” właśnie w tych, a nie innych miejscach struktury grawitacyjnej – istotna fizycznie jest przede wszystkim niezmienniczość metryki. Wynika to jednoznacznie z akceptacji LE. Ponadto, mówienie o punktach jako o miejscach różni się od użycia tego określenia w stanowisku MSE, bowiem nic w powyższych rozważaniach nie sugeruje esencjalizowania miejsc w strukturze.

Powróćmy teraz do kwestii konkretności relacji. Ujęcie z perspektywy SSM interwału czasoprzestrzennego (zapisanego z metryką ogólnorelatywistyczną), $\Delta s^2 = g_{\mu\nu}\Delta x^\mu\Delta x^\nu = \Delta x_\mu\Delta x^\mu$, głosi, że w jego opisie odnosimy się do *pewnych* miejsc czasoprzestrzeni. Oznacza to, że adekwatna fizycznie deskrypcja związku między materialnymi zdarzeniami wymaga teoretycznego odniesienia do struktury czasoprzestrzeni. Niezależnie od tego, jak usytuowana będzie odnośna relacja, pozostanie ona niezmiennicza – „przesunięcie” interwału (jak w konstrukcji dziury), podobnie jak wspomniane wcześniej „podmienienie” punktów, nie czyni fizycznej różnicy. Jednakże w przypadku OTW powyższy przykład jest nieco sztuczny – w teorii tej do opisu relacji między punktami standardowo stosuje się pojęcie linii geodezyjnej (zob. rozdz. 4.3.1) i równania geodezyjnej:

$$\frac{d^2x^\lambda}{ds^2} + \Gamma_{\mu\nu}^\lambda \frac{dx^\mu}{ds} \frac{dx^\nu}{ds} = 0, \quad \lambda = 0,1,2,3, \quad (44)$$

gdzie $\Gamma_{\mu\nu}^\lambda$ to symbole Christoffela. Jest jasne, że spadek swobodny ciała po geodezyjnej nie zależy od tego, jakie *konkretne punkty* czasoprzestrzeni tworzą trajektorię spadku, ale jaka jest krzywizna określona przez daną metrykę. Można zatem stwierdzić, że punkty te zależne są od postaci równania geodezyjnych zapisanego dla konkretnej metryki. Jednocześnie, sformułowanie powyższego równania wymaga uwzględnienia punktów, przy czym nie są one indywiduami, nie posiadają istoty rodzajowej oraz są całkowicie wzajemnie wymienne, przynajmniej w sensie ontologicznym.

Rozważę teraz dwie kwestie. (a) Ponieważ strukturalne nie-indywidua i ich współzależności z konkretnymi relacjami ujmowane są w SSM wewnątrzświatowo (w obrębie

danego modelu), to czy omawiane stanowisko dopuszcza w kontekście OTW *wyłącznie* bierną ogólną współzmienniczość, dotyczącą poszczególnego rozwiązania równań pola i swobody w „etykietowaniu” punktów przy pomocy układów współrzędnych? (b) Skoro nie-indywidualne punkty są dowolnie wymienialnymi „miejscami” materialnych zdarzeń, to czy zajście zdarzenia bądź skonstruowanie układu współrzędnych metodą Bergmanna–Komara nie indywidualizuje jednak punktów?

Kwestia (a) jest ważna, ponieważ wymusza wykazanie, że SSM jest zgodne z aktywną ogólną współzmienniczością (rozdz. 4.3.3). Gdyby tak nie było, SSM byłoby sprzeczne – założono w nim bowiem poprawność LE, której aktywna ogólna współzmienniczość jest bezpośrednim fizycznym odpowiednikiem. Jednakże to, że w SSM interpretacja ontologiczna dotyczy wewnętrzświatowo ujmowanej struktury czasoprzestrzennej bynajmniej nie nakłada ograniczeń dotyczących aktywnej ogólnej współzmienniczości. Jest to bezpośrednio związane z faktem nieposiadania przez punkty pierwotnej tożsamości. Przywołana przez mnie w rozdz. 4.3.3 definicja aktywnej ogólnej współzmienniczości wykorzystuje potencjalnie mylące filozoficznie określenie – że pole jest „nakładane” na rozmaitość. W świetle SSM należałoby mówić raczej, iż jeśli aktualnie zaistniała dana struktura metryczna, to musi ona posiadać pewną topologię, ale dopóki owa struktura wyznacza określoną klasę równoważności modeli – a musi tak być w przypadku OTW – zawsze możemy o punktach twierdzić tylko tyle, że jest ich numerycznie wiele, co pozwala stwierdzać matematyczne fakty o pewnym byciu fizycznym, jakim jest pole grawitacyjne. By powtórzyć metaforyczne wyrażenie tej kwestii – topologia (i związana z nią numeryczna wielość punktów) danej przestrzeni metrycznej reprezentowanej przez tensorowe pole metryczne musi „dostosować się” do konkretnej metryki. Dlatego, zgodnie z założeniem SSM, równoważne w sensie Leibniza modele zawsze będą reprezentować tę samą sytuację fizyczną.

W omówionej przeze mnie literaturze, w której proponuje się metafizyczne interpretacje czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej, aktywna ogólna współzmienniczość oraz LE analizowane były zazwyczaj w terminach modalnych. W oczywisty sposób wynika to z działania symetrii dyfeomorficznych w przestrzeni modeli, a zatem interpretacji podlegają modele powiązane określonymi transformacjami dyfeomorficznymi. Sprzyja to traktowaniu relacji między punktami jako relacji tożsamości/bycia odpowiednikiem/itp. rozpatrywanej dla modeli rozumianych jako światy możliwe (zob. rozdz. 5). Dla strukturalisty, w przekonaniu Earmana, modalne relacje powyższego typu oznaczają przede wszystkim problem w postaci konieczności przyjęcia teorii ról strukturalnych, która, zdaniem odnośnego autora, jest niespójna. Gołosz jednak słusznie wykazał, że owa niespójność jest jedynie pozorna – po prostu

tożsamość transświatowa punktów jest permanentnie niedookreślona. Uznał on wszakże, że wewnątrzświatowe, strukturalistyczne rozumienie punktów jest absurdalne i wystarczy samo przyjęcie numerycznej wielości punktów. To ostatnie stwierdzenie jest jednak, jak wskazałem, niewystarczające.

SSM, w przeciwieństwie do esencjalizmu strukturalnego Gołosza, pozwala na *wyjaśnienie* niedookreślenia transświatowej tożsamości punktów. Numeryczna wielość punktów istnieje wtedy tylko, jeżeli istnieje określona struktura metryczna (i odwrotnie). Jeżeli rozważymy dwa dyfeomorficznie powiązane ze sobą modele czasoprzestrzeni, to, w świetle SSM, transświatowej tożsamości punktów nigdy nie da się stwierdzić, ponieważ z dwóch modeli zestawiane ze sobą są *dowolne* nie-indywidualne punkty. Stąd użyte tutaj pojęcie tożsamości ma charakter jedynie pragmatyczny. Z perspektywy omawianego stanowiska wystarczy uznać, że dla dwóch modeli rozpatruje się te same relacje metryczne; jeżeli tak jest, to w obu przypadkach mamy do czynienia jedynie z punktami jako strukturalnymi nie-indywidualami, a nie określonymi bytami. Ponadto należy zauważyć, że w powyżej zarysowanym kontekście modele będą równoważne zarówno w przypadku dyfeomorfizmów trywialnych, jak i nietrywialnych (obejmujących symetrie metryki, jak w przypadku *h*-dyfeomorfizmu). Co więcej, negacja tezy haecceityzmu (zob. rozdz. 3.1.1), jako tezy modalnej dotyczącej całej reprezentacji sytuacji fizycznej, zachodzi automatycznie: dwa obserwowalnie nierozróżnialne modele czasoprzestrzeni powinny zostać utożsamione, czyli: uznane jako elementy klasy równoważności modeli odnoszących się do *tej samej* rzeczywistości.

Kwestia (b) prowadzi bezpośrednio do rozważenia w ramach SSM statusu PII oraz praw przyrody. W sytuacjach, gdy status ontologiczny punktów rozważa się przede wszystkim z perspektywy transświatowej, rozpatruje się całe modele czasoprzestrzeni i wówczas PII zostaje po prostu utożsamiona z LE. W tym sensie zasada PII musi być założona przez dowolne stanowisko filozoficzne, w którym interpretuje się czasoprzestrzeń ogólnorelatywistyczną, o ile chce się uwzględnić aktywną ogólną współmienniczość OTW. Kontrowersje budzi próba ustalenia, jak należy rozumieć PII *wewnątrzświatowo*. Jak widzieliśmy, niektórzy autorzy, tacy jak Hofer czy Gołosz, twierdzą, że jakakolwiek zasada indywidualacji jest zbędna i wystarczy założenie pierwotnej numerycznej wielości punktów. Inni filozofowie, tacy jak Wüthrich, uważają natomiast, że zasada indywidualacji – wyrażona w terminach własności relacyjnych – jest niezbędna, aby strukturalista mógł przypisać ontologicznie konstytutywną rolę relacjom. Bez odnośnej zasady twierdzenie strukturalisty dotyczące pierwotnej numerycznej wielości punktów jest, jak uważa Wüthrich, całkowicie arbitralne. Esfeld, Lam i Muller sądzą natomiast,

że punkty zawsze da się odróżnić przynajmniej słabo, czyli poprzez zastosowanie odpowiednio zdefiniowanej relacji symetrycznej i niezwrótnej. Każdy z tych poglądów, jak wcześniej opisałem to w tej pracy, ma pewne słabości. U Hoefera i Gołosza pierwotna numeryczna wielość istotnie jest niepowiązana z głównymi tezami ich stanowisk. Wüthrich przyjął trudne do utrzymania, bardzo mocne ontologiczne rozumienie PII. Muller zdefiniował słabo odróżniającą relację, jednakże definicja ta nie odnosi do metryki, co prowadzi do pewnych wątpliwości dotyczących skuteczności jego propozycji. Konsekwencją stanowiska MOSR przedstawionego przez Esfelda i Lama jest natomiast problem dwoistości (rozdz. 7.2.3), w którym inaczej traktuje się relacje w czasoprzestrzeniach zakrzywionych i tych z zerową krzywizną.

Wróćmy do pytania o to, jak z perspektywy SSM należy interpretować zastosowanie metody współrzędnych wewnętrznych Bergmanna–Komara i czy wymusza ona uwzględnienie w strukturalizmie czasoprzestrzennym jakiejś wersji (wewnątrzświatowo rozumianej) PII powiązanej z koncepcją absolutnego odróżniania obiektów. Jak sądzę, „etykietowanie” punktów poprzez funkcjonały utworzone z metryki metodą Bergmanna–Komara nie musi być sprzeczne z tezą SSM, że punkty czasoprzestrzeni są strukturalnymi nie-indywidualnymi ontologicznie zależnymi od metryki. Zazwyczaj sądzi się bowiem, że cztery liczby utworzone z tensora krzywizny można potraktować jako pozwalające na *bezpośrednie* odniesienie do konkretnego punktu – innym punktom nie da się przyporządkować tych samych funkcjonałów. Zauważmy jednak, że, po pierwsze, przed utworzeniem układu współrzędnych metodą Bergmanna–Komara *najpierw* dysponujemy określonym rozwiązaniem równań pola (a zatem – metryką) oraz topologią. W tym sensie, odnośna metoda wymaga pierwotności metryki, co w SSM jest wprost stwierdzone. Po drugie, przypisanie danemu punktowi określonych czterech wartości można potraktować jako *materialne zdarzenie*, polegające na przyjęciu przez pole określonej wartości w pewnym miejscu jego struktury (zob. Dorato, Pauri 2006). Przyjmijmy teraz, że omawiana kwestia dotyczy pewnego modelu czasoprzestrzeni \mathcal{M}_1 . Skoro dana przestrzeń metryczna ma swoją naturalną topologię i jednocześnie spełniona jest aktywna ogólna współmienniczość, to przy zastosowaniu przekształcenia dyfeomorficznego dla \mathcal{M}_1 i uzyskaniu równoważnego obserwowalnego modelu \mathcal{M}_2 , z funkcjonałów tensora Riemanna powinno dać się określić tę samą czwórkę liczb w modelu \mathcal{M}_2 co w modelu \mathcal{M}_1 , nawet, jeżeli zastosowany dyfeomorfizm jest nietrywialny w podobny sposób, co *h*-dyfeomorfizm: pole metryczne zostaje niejako „przesunięte”. Ze względu na aktywną ogólną współmienniczość, utworzona czwórka liczb będzie inwariantna, nawet jeżeli zostanie przyporządkowana „innemu” punktowi rozmaitości czasoprzestrzennej. Wynika stąd tylko to, że metoda

Bergmanna–Komara zawsze wiąże określone wartości z *pewnym* (tj. nieokreślonym) punktem, ale nie oznacza to przyznania mu silnej, dobrze określonej tożsamości. Dlatego nie uważam, aby metoda ta mogła jakoś „konstituować” punkty jako byty absolutnie odróżnialne. Niewątpliwie jednak można jej przyporządkować czysto pragmatyczną rolę.

Zgadzam się z poglądem, zgodnie z którym w kontekście relacji słabo odróżniających trzeba najpierw założyć wielość obiektów i w związku z tym relacje omawianego typu owej wielości nie konstytuują (zob. Hawley 2006). Nie jest to jednak problem w ramach SSM. Wskazałem bowiem, że skupienie się na konkretnych relacjach czasoprzestrzennych wyrażanych w danych modelach czasoprzestrzeni wystarczy do stwierdzenia, że w obrębie tych modeli zawsze mamy do czynienia ze (współzależnymi od siebie) nie-indywidualnymi punktami oraz strukturą metryczną. Traktuję to jako ontologicznie fundamentalny fakt w odniesieniu do czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych. W SSM zakłada się jedynie PII dla całych modeli czasoprzestrzeni, czyli przyjmuje się po prostu LE.

Istotnymi problemami niektórych stanowisk strukturalistycznych okazały się redukowalność do relacjonizmu oraz brak koncepcji przynajmniej częściowej niezależności struktury geometrycznej (zob. rozdz. 6.4), stąd jest ważne, aby pokazać, w jakim sensie w SSM odnośne problemy się nie pojawiają. Struktura grawitacyjna rozumiana jest na gruncie proponowanego przeze mnie stanowiska jako *byt* (swoiste, realne pole fizyczne) składający się ze strukturalnych nie-indywiduów oraz konkretnych relacji określonych dzięki danemu tensorowi metrycznemu. Przy współczesnym, powszechnym podejściu, częściową niezależność tej struktury rozumie się fizycznie jako fakt, że nie jest ona jednoznacznie wyznaczana przez rozkład energii-pędu, co znaczy, że przyjmowana jest niemachowska interpretacja OTW (zob. rozdz. 4.3.1). W związku z tym, częściowa niezależność struktury metrycznej może być ujmowana ontologicznie w odniesieniu do głównych praw OTW: zwolennik SSM twierdzi, że nie jest możliwe poprawne zapisanie praw tejże teorii bez odniesienia do konkretnej struktury metrycznej. Stąd prawa OTW nie stanowią jedynie opisu pewnych regularności w świecie, ale, ze względu na nieeliminowalne odniesienie do struktury metrycznej, reprezentują dynamiczną historię świata częściowo niezależnie od konkretnych materialnych ciał/zdarzeń/procesów. W tym sensie fakty geometryczne reprezentowane przez tensorowe pole metryczne są zawsze nieredukowalne do zbioru partykularnych faktów dotyczących energii-materii/materialnych zdarzeń. Rozważana metafizyka praw jest tym bardziej niekontrowersyjna, gdy przywoła się przykład próżniowych rozwiązań równań pola:

Czasoprzestrzeń Minkowskiego, czyli czasoprzestrzeń szczególnej teorii względności, jest modelem równań pola ogólnej teorii względności (dokładniej, jest rozwiązaniem próżniowym).

Zatem pusta czasoprzestrzeń Minkowskiego jest jednym ze sposobów, na jakie świat może istnieć, jeżeli ten jest podporządkowany prawom OTW. Lecz czy czasoprzestrzeń Minkowskiego jest modelem *tylko i wyłącznie* praw ogólnej teorii względności? Oczywiście, że nie! Można by, przykładowo, sformułować postulat, że STW jest pełnym i trafnym ujęciem struktury czasoprzestrzeni, a następnie stworzyć inną teorię grawitacji, w której pusta czasoprzestrzeń Minkowskiego także będzie modelem. Stąd, przy założeniu, że żaden świat możliwy nie może być podporządkowany prawom OTW i prawom konkurencyjnej teorii grawitacji, całkowity stan fizyczny świata nie może zawsze wyznaczać praw (Maudlin 2007: 67, tł. D. Luty).

Omawiane podejście do praw niewątpliwie ma niehumowski charakter i wydaje się być dobrze ugruntowane w praktyce badawczej fizyków relatywistów. Łączy się ono w sposób naturalny z SSM z racji akceptowania swoistości ontologicznej pola metrycznego. Oczywiście, rozpatrywane ujęcie może być przyjęte również przez inną opcję interpretacyjną w odniesieniu do czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych. Istotne jest to, że SSM w żaden sposób nie redukuje się do stanowiska relacjonistycznego oraz w bezpośredni sposób łączy się z określoną koncepcją częściowej niezależności struktury geometrycznej.

7.4.3. Rozwiązania problemów w ramach silnego strukturalizmu metrycznego

SSM zostało sformułowane w dużej mierze z myślą o problemach występujących w omówionych i analizowanych przeze mnie w niniejszej pracy stanowiskach. Z jednej strony można stwierdzić, że nie dziwi, iż SSM jako tak skonstruowana opcja pozwala na rozwiązanie bądź uniknięcie odnośnych kłopotów. Z drugiej strony jednak, przedstawione w tej pracy krytyczne analizy można potraktować jako argumentację na rzecz założeń i tez SSM, a także jako wskazanie, czego w adekwatnym stanowisku z zakresu ontologii czasoprzestrzeni należy unikać. Przede wszystkim zależy mi jednak na bezpośrednim wskazaniu, jak w ramach SSM można odnieść się do większości z wymienionych problemów. Odnosząc się do celów niniejszej pracy (zob. Wstęp), należy mówić o dwóch grupach takich problemów: (1) problemach OSR jako ogólnego podejścia metafizycznego; (2) problemach konkretnych stanowisk związanych ze sporem o naturę czasoprzestrzeni.

W przypadku (1) skupiłem się na EOSR1 (rozdz. 3.1). W ramach SSM można sformułować następujące odpowiedzi na konceptualne trudności strukturalistycznej metafizyki związane z tym stanowiskiem. Pierwsza z nich dotyczy hipostazowania przez zwolenników EOSR1 struktury matematycznej teorii. Wskazałem jednak, że nie jest to do końca słuszny

zarzut (rozd. 3.3.1). W EOSR1 nie twierdzi się, że struktura rzeczywistego świata może być dosłownie strukturą abstrakcyjną, mimo, że pojęcie struktury konkretnej nie jest rozumiane jako zbiór relacji określonych na indywiduach. Oczywiście, ta wersja omawianego problemu w ogóle nie może wystąpić w SSM. W ramach tego stanowiska relacje od początku rozumiane są jako relacje konkretne: w opisie ontologii czasoprzestrzeni relacje między punktami czasoprzestrzeni (będącymi strukturalnymi nie-indywiduami) wprowadzane są od razu jako relacje zinterpretowane przy pomocy aparatu pojęciowego empirycznie skutecznej teorii (OTW) w kontekście danego, fizycznego modelu czasoprzestrzeni. Omawiana trudność występuje również, jak wskazałem, w innej wersji: jako pomieszanie poziomu epistemologicznego z ontologicznym, co w kontekście EOSR1 wyraża się w niejasnym związku między poziomami dynamicznej struktury świata, prezentacji i reprezentacji (rozd. 3.3.1). W przypadku SSM ten problem również nie występuje, przede wszystkim ze względu na zrelatywizowanie tego stanowiska do określonej teorii.

Drugi główny zarzut przeciwko EOSR1 głosi, że zwolennicy tego poglądu nie są w stanie przedstawić satysfakcjonującego, strukturalistycznego ujęcia przyczynowości (rozd. 3.3.2). Jak wskazałem, istotnie nie udało się rozwiązać tego problemu w ramach EOSR1. Najbardziej obiecująca próba, dotycząca teorii procesów przyczynowych i odniesienia do związku praw zachowania z odpowiednimi symetriami, zawodzi w przypadku OTW (rozd. 7.1.1). Jest to jeden z powodów dla których zwolennicy EOSR1 proponują, aby czasoprzestrzeń zredukować do kwantowej struktury świata. W ten sposób *de facto* odkłada się w EOSR1 strukturalistyczną interpretację czasoprzestrzeni ze względu na brak odpowiedniej kwantowej teorii grawitacji. Sugeruje to, że nie da się przedstawić ogólnej (obejmującej wszystkie fundamentalne teorie fizyczne) koncepcji przyczynowości wyrażonej w terminach wzajemnego splatania praw i symetrii, jak chciałby zwolennik EOSR1. SSM pozwala na rozwiązanie omawianego problemu w następujący sposób. Po pierwsze, ze względu na negację unifikacjonizmu metafizycznego w odniesieniu do fundamentalnych teorii fizycznych, dopuszcza się w SSM odmienną charakterystykę ontologii teorii kwantowych i relatywistycznych. Można zatem przyjąć, że jeżeli chcemy sformułować ujęcie przyczynowości w terminach uznawanej przez nas metafizycznej interpretacji danej teorii, to możemy uczynić to na różne sposoby. Po drugie, w SSM jest jasno określone, czym jest strukturalistycznie rozumiana, konkretna, fizyczna relacja, oraz w jakim sensie struktura geometryczna jest częściowo niezależna od faktów dotyczących materialnych ciał/pól/zdarzeń/procesów.

Z perspektywy SSM, przyczynowość w OTW można ująć w szkicowy sposób następująco; proponuję jedynie wykazanie zgodności tego stanowiska z pewnymi standardowymi ustaleniami dotyczącymi związków przyczynowych w przywołanej przed chwilą teorii. W OTW pole grawitacyjne jest rzeczywistym, dynamicznym, przenoszącym energię polem fizycznym, które zarazem określa oddzielenie czasopodobne, przestrzennopodobne i światłopodobne. Wówczas, z perspektywy SSM, o dwóch zdarzeniach powiemy, że są w związku przyczynowym, potencjalnym bądź aktualnym, gdy w opisie tego związku niezbędne jest teoretyczne odniesienie do faktów geometrycznych dotyczących struktury czasoprzestrzeni. By podać przykłady takiego odniesienia, można wymienić obowiązujące zarówno w STW jak i w OTW twierdzenie, że zdarzenia mogą być w związku przyczynowym tylko wtedy, jeżeli połączone są interwałem czasopodobnym. W przypadku OTW można podać przykład nakładania warunków zakazujących, aby przez dany punkt i jego otoczenie przechodziła więcej niż jedna krzywa czasopodobna (przyczynowa) (Wald 1984: 196). Celem jest uniknięcie sytuacji kauzalnie patologicznych. Warunki te, by wspomnieć warunek stabilnej przyczynowości, wymuszają, aby dana czasoprzestrzeń była globalnie hiperboliczna (*ibid.*: 198), a zatem nie będą wymagane w przypadku każdego modelu czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej. Jeżeli nakładamy warunek stabilnej przyczynowości, to musi on być spełniony dla *dowolnych punktów* w danym modelu czasoprzestrzeni; nie powinno być to zależne od przebiegu konkretnego procesu fizycznego, a zatem istotna jest jedynie wielość punktów czasoprzestrzeni i określona metryka, nie jest natomiast tak, że części procesu (zdarzenia) są w jakiś sposób „umocowane” w określonych punktach.

Trzeci ogólny problem metafizyki strukturalistycznej, zarzut o relacje bez elementów relacji, nie może być wykorzystany przeciwko SSM z powodu samej charakterystyki tego stanowiska, w której dopuszcza się, odpowiednio zinterpretowane, elementy relacji. Podobnie można odnieść się w ramach SSM do czwartej trudności EOSR1 dotyczącej poprawności argumentu MU. Jak wykazałem, argument ten nie sprzyja strukturalistycznej metafizyce nauki (rozdz. 3.3.4). SSM nie jest uzasadniane przy pomocy MU: w świetle założeń tego stanowiska, substancjalistyczna oraz relacjonistyczna interpretacja OTW nie są w pełni równoważne – spośród stanowisk sformułowanych w reakcji na argument dziury wydaje się, że bardziej problematyczne są propozycje relacjonistyczne (z pewnymi wyjątkami, by wspomnieć pogląd Browna). Ponadto przyjęta w SSM koncepcja strukturalnych nie-indywiduów uniemożliwia unifikacjonizm metafizyczny związany z postulowanym zakresem stosowalności MU, mającym obejmować całą fizykę fundamentalną.

W przypadku grupy (2), czyli problemów stanowisk substancjalistycznych, relacjonistycznych oraz innych propozycji strukturalistycznych, SSM pozwala na ich uniknięcie bądź rozwiązanie na następujące sposoby. Po pierwsze, rozpatrzmy trudności stanowisk substancjalistycznych. W odniesieniu do substancjalizmów różnorościowych czy substancjalizmów przyjmujących postaci różnych wersji esencjalizmu metrycznego, wiele problemów udaje się uniknąć po prostu ze względu na akceptację w SSM równoważności Leibniza. Zgodna z SSM interpretacja modeli czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych nie prowadzi do konsekwencji indeterministycznych – argument dziury nie stosuje się do tego stanowiska, ponieważ w SSM akceptuje się równoważność Leibniza (rozdz. 4). W związku z tym zwolennik SSM nie staje ani przed dylematem weryfikacjonisty, ani przed dylematem indeterministy (rozdz. 4.3.3). Nie pojawia się również problem wskazany przez Nortona w kontekście esencjalizmu metrycznego Maudlina. Problem ten dotyczy załamania się determinizmu laplasowskiego w przypadku określonych symetrii metryki. Nie ma bowiem żadnego powodu, aby w ramach SSM twierdzić, że dwa modele z identycznymi metrykami można rozróżnić w oparciu o nieobserwowalne własności. Związana z LE ogólna współzmienniczość jednoznacznie wymusza, aby relacja reprezentacji między modelami a światem była relacją jeden do wielu, a koncepcja strukturalnych nie-indywiduów, odniesiona do punktów czasoprzestrzeni, bezpośrednio uwzględnia tego typu „niedookreślenie”. Gdy istnieje określona metryka, to w świetle SSM można stwierdzić tylko, że istnieją *jakieś* punkty. Istotna jest jedynie ich numeryczna wielość ontologicznie (współ)zależna od metryki i jeżeli metryka w obu modelach jest identyczna, to zwolennik SSM zawsze stwierdzi, że modele te reprezentują tę samą sytuację fizyczną.

W SSM nie pojawia się również inny kłopot związany z esencjalizmem metrycznym, czy ogólnie ze strategią modalistyczną, w odpowiadaniu na argument dziury – istnienie modeli nieizometrycznych z modelem reprezentującym aktualny świat. Esencjaliści (i nie tylko oni) twierdzą zazwyczaj w takich przypadkach, że pewne rozwiązania równań pola w OTW są нефizycznymi idealizacjami. Skoro punkty w SSM nie są interpretowane ani jako substancje, ani jako byty mające własności esencjalne, to nie ma podstaw, aby oczekiwać, że któryś model czasoprzestrzeni uzyskany z równań pola Einsteina będzie *całościowo* i *adekwatnie* reprezentował aktualny świat. W ramach SSM wystarczające jest stwierdzenie, że w przypadku każdego modelu zachodzi współzależność punktów, rozumianych jako strukturalne nie-indywidua, oraz relacji metrycznych. Stąd dowolny, poprawny model OTW może reprezentować możliwą sytuację fizyczną.

Nierównoważność między rozwiązaniami OTW ma charakter pragmatyczny, związany z użytkownikami tej teorii, nie zaś fundamentalny, polegający na tym, że istnieje teoretyczny i niekontrowersyjny sposób na dokonanie podziału między fizycznymi a niefizycznymi modelami czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznych. Zwolennik SSM uzna, że wszystkie modele OTW są fizyczne, natomiast nie wszystkie są użyteczne w kontekście określonych, szczegółowych celów badawczych. W ujęciu tym zakłada się, oczywiście, że kryterium fizyczności w odniesieniu do całej teorii nie jest czysto operacjonalistyczne, jeżeli operacjonizm w tym przypadku rozumieć jako kryterium odnoszące się jedynie do dających się przeprowadzić aktualnie pomiarów. Skoro przyjmuje się w ramach SSM, że każdy model OTW jest fizyczny, to nie występuje problem arbitralnej eliminacji ze zbioru fizycznych modeli czasoprzestrzeni tego podzbioru modeli, który z jakichś powodów nie jest zgodny z daną interpretacją metafizyczną. Nie pojawia się również trudność dotycząca orzekania fałszywości trywialnie prawdziwych, nierzeczywistych zdań warunkowych. Powyższe rozstrzygnięcia znajdują zastosowanie również w rozwiązaniu analogicznych problemów innych stanowisk.

Ponadto udaje się w jasny sposób rozwiązać w SSM problem występujący w wersji esencjalizmu metrycznego Bartelsa – kwestię interpretowania własności metrycznych jako własności zarazem wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Strukturalne nie-indywidualia nie mogą posiadać własności wewnętrznych – zarówno indywidualnych, jak i rodzajowych. W pierwszym przypadku wynika to z permanentnej nieokreśloności punktów, a zatem dotyczy zarówno własności takich jak pierwotna tożsamość czy też własności metrycznych ujmowanych jako własności wewnętrzne. W drugim – z naturalnej kontekstualności relacji metrycznych (zależności od konkretnego rozwiązania równań pola) w czasoprzestrzeniach ogólnorelatywistycznych, która utrudnia myślenie o punktach jako o bytach „rodzajowo metrycznych”, co w związku z tym sprzyja antyrealizmowi wobec koncepcji istot rodzajowych w odniesieniu do punktów czasoprzestrzeni. Z perspektywy SSM, gdzie to pole metryczne posiada wyróżniony status i określone jest na nie-indywidualnych punktach, o własności metrycznych można myśleć wyłącznie jako relacjach zewnętrznych. Dlatego w SSM nie pojawia się omawiana niespójność, którą można zarzucić Bartelsowi.

W kontekście trudności strategii modalistycznej w odpowiadaniu na argument dziury, SSM jest również wolny od problemów stanowiska Butterfielda. W świetle tego, że w SSM nie neguje się równoważności Leibniza, zarzuty sformułowane przez Nortona i Ricklesa (rozdz. 5.1.2.) nie mogą zostać odniesione do SSM. Z perspektywy SSM nie ma w związku z LE możliwości porównywania ze sobą obszarów dwóch modeli czasoprzestrzeni w taki sposób, w jaki chce tego Butterfield na potrzeby swojej definicji determinizmu. Ponadto, Butterfield

z jednej strony założył w swoim stanowisku poprawność teorii odpowiedników, z drugiej jednak wyraźnie sugerował, że w jego ujęciu relacja bycia odpowiednikiem nie musi być niejednoznaczna, co kłóci się z odnośną teorią oraz jest jednym z powodów, dla którego pogląd Butterfielda okazuje się kłopotliwy ze względu na trywialne izomorfizmy. W SSM teoria odpowiedników nie jest zakładana, w związku z czym stanowisko to nie prowadzi do wskazanych niespójności.

Fakt, że SSM nie wymaga, aby relacje między obszarami i punktami dwóch modeli czasoprzestrzeni były interpretowane przy pomocy teorii filozoficznych *całkowicie niezależnych* od sporu o naturę czasoprzestrzeni, umożliwia również uniknięcie wskazanego przeze mnie problemu ze stanowiskiem Brighouse (rozdz. 5.2.1), w którym, podobnie jak w ujęciu Butterfielda, zakłada się teorię Lewisa, jednakże jedynie tę jej część, która dotyczy koncepcji duplikatów. Pogląd Lewisa, wymuszający wskazanie doskonale naturalnych własności (jakościowych), nie jest adekwatny w odniesieniu do fizyki fundamentalnej, zarówno kwantowej, jak i relatywistycznej (Ladyman *et al.* 2007: 20–21). Sposób, w jaki odnośny pogląd wykorzystany jest przez Brighouse prowadzi do „jakościowego” wyrażenia *quasi*-absolutności różnorodności czasoprzestrzennej, jest to jednakże rezultat nieintuicyjny z perspektywy fizyki czasoprzestrzeni OTW, natomiast koncepcja duplikatów w kontekście tejże fizyki funkcjonuje jak zwykle izomorfizmy. Założenie w SSM koncepcji strukturalnych nie-indywiduów, połączone z uznaniem strukturalnego realizmu wewnętrznego, wydaje się znacznie mniejszym kosztem teoretycznym niż przyjęcie teorii Lewisa.

Dalej, SSM pozwala na uniknięcie trudności dotyczących substancjalizmu metrycznego, stanowiska przedstawionego przez Hoefera (rozdz. 5.2.2). Ponieważ Hoefer określił pole metryczne jako byt w pewnym sensie absolutny, rozumie on go jako pewnego rodzaju substancję, o której można orzekać określone własności topologiczne. Odróżnienie tego poglądu od relacjonizmu wiąże się z arbitralnym rozumieniem relacjonizmu jako stanowiska, w którym można uznawać wyłącznie tezę materialnego pola metrycznego; teza fizycznego pola metrycznego ma być dla współczesnego relacjonisty niedostępna. Omawiane podejście jest jednak kłopotliwe z przynajmniej dwóch powodów. Po pierwsze, punkty czasoprzestrzeni okazują się w ramach ujęcia Hoefera teoretycznie całkowicie nieistotne. Po drugie, nie korzysta on z opcji interpretacyjnej, zgodnie z którą można przedstawić antyrelacjonistyczne ujęcie czasoprzestrzeni nie wiążące się z arbitralnym zawłaszczeniem przez tego typu ujęcia tezy fizycznego pola metrycznego. Zgodnie z SSM poprawna metafizyczna charakterystyka czasoprzestrzeni zakłada, że w żaden sposób nie można czasoprzestrzeni absolutyzować i substancjalizować. Ponieważ odnośna charakterystyka

konstruowana jest w ramach SSM między innymi przy pomocy koncepcji strukturalnych nie-indywiduów, punkty czasoprzestrzeni nie są w niej czysto matematycznymi fikcjami. Z kolei z analizy zagadnienia formułowania praw zachowania w OTW przyjmuje się w SSM wniosek dotyczący swoistości pola metrycznego wśród istniejących pól fizycznych. Dzięki temu możliwe jest uznanie, że relacjonista ma prawo akceptować tezę fizycznego pola metrycznego (interpretując pole metryczne jako „zwykłe”, jedno z wielu pól fizycznych).

Dalej rozpatrzmy poglądy relacjonistyczne. W rozdz. 5 starałem się wskazać, że orientacja relacjonistyczna w interpretowaniu OTW jest mniej trafna niż szeroko rozumiane opcje antyrelacjonistyczne. SSM rozumiem jako propozycję będącą właśnie antyrelacjonizmem¹⁰⁶; powyższe uwagi były zatem niezbędne, aby równocześnie zdystansować się od podejść substancjalistycznych. Związane to jest ze słabością argumentu z metafizycznego niedookreślenia (zob. rozdz. 3.3.4). Ze względu na charakterystykę SSM jako antyrelacjonizmu nie trzeba rozwiązywać w jego ramach trudności poglądów typowo relacjonistycznych, warto jednakże wymienić główne korzyści wynikające z tego nastawienia antyrelacjonistycznego.

Pierwsza z tych korzyści dotyczy braku niespójności związanych z postulatem eliminacjonistycznym, wyrażonym w relacjonizmie algebraiczno-leibnizjańskim, przeformułowania fizyki czasoprzestrzeni w ramach aparatu matematycznego, który nie wymusza założenia o istnieniu punktów czasoprzestrzeni.

Druga korzyść związana jest z uznaniem w SSM, że geometrycznej części OTW – zwłaszcza pojęciu krzywizny czasoprzestrzennej – można przypisać sens ontologiczny i eksplanacyjny. Jak starałem się to pokazać, daje to pewną przewagę nad stanowiskiem DA (rozdz. 5.3.2) – w kontekście DA bowiem, mimo deklaracji zwolenników tego poglądu, można wykazać, że zachodzi pewne ukryte odniesienie do struktury czasoprzestrzeni. Ponadto w SSM nie ignoruje się roli krzywizny, co pozwala na bogatsze wyjaśnienie niektórych faktów dotyczących interakcji grawitacyjnych niż to, które można przedstawić w ramach DA. Dzięki temu w łatwy sposób unika się niepotrzebnych strat teoretycznych.

¹⁰⁶ Takie stwierdzenie może wydawać się dziwne, biorąc pod uwagę, jak mocno *relacyjny* jest SSM. Antyrelacjonistyczny charakter mojego stanowiska dotyczy bowiem pewnego kluczowego typu tez występującego w relacjonizmach, by wspomnieć redukcjonizm czasoprzestrzeni do materialnych ciał/zdarzeń czy idealistyczny status relacji. Niereducjonistyczny relacjonizm Saundersa również okazał się kłopotliwy. Przyjmuję ponadto, że relacjonista zawsze będzie gotów rozumieć pole grawitacyjne jako „zwykłe” pole fizyczne, w SSM natomiast jest wprost założone, że pole to ma charakter swoisty.

Trzecia korzyść odnosi się do koncepcji słabej odróżnialności, przedstawionej w kontekście relacjonizmu nieredukcjonistycznego Saundersa (rozdz. 5.3.3). W ramach SSM nie pojawiają się trudności związane z rolą, jaką ta koncepcja pełni w ramach ontologicznej interpretacji teorii, ponieważ nie traktuję jej jako koncepcji opisującej sposób konstytuowania profilu indywidualności punktów. Co więcej, samo ontologiczne osłabienie kategorii obiektów, jak widzieliśmy, nie pozwala na wyróżnienie relacjonizmu nieredukcjonistycznego; podobny problem nie występuje jednak w SSM. Wreszcie, ze względu na to, że w SSM inaczej podchodzi się do metody Bergmanna–Komara niż w stanowisku Saundersa, nie występuje tu problem sformułowany przez Ricklesa: zwolennik SSM zawsze będzie gotów stwierdzić, że punkty są *permanentnie* nieokreślone (rozdz. 7.4.2).

Czwarta korzyść, związana z odrzuceniem jeszcze innej wersji relacjonizmu – RM Vassallo i Esfelda, dotyczy tego, że SSM nie jest skrajnie oszczędna oraz nie niesie ze sobą mocno nieintuicyjnych konsekwencji w kontekście interpretowania OTW. RM, jak starałem się pokazać (rozdz. 5.3.4), prowadzi do ontologicznego wyróżnienia modeli kosmologicznych; w niewystarczający sposób odnosi się w tym stanowisku do równań pola oraz równania geodezyjnej; nie da się w nim pogodzić minimalizmu z empiryczną adekwatnością. SSM z tego typu problemami nie musi się mierzyć.

Wreszcie, rozpatrzmy trudności większości omówionych przeze mnie stanowisk strukturalistycznych, w których przedstawia się ontologiczne interpretacje czasoprzestrzeni. Wskażę, w jaki sposób w SSM rozwiązuje się odnośne problemy, bądź w jaki sposób udaje się ich uniknąć.

W przypadku esencjalizmu strukturalnego główny kłopot związany jest z napięciem między tezą o pierwotnej numerycznej wielości punktów oraz tezą o esencjalności własności metrycznych (zob. rozdz. 6.2.2). Pomijając analizy determinizmu OTW przeprowadzone przez Gołosza i skupiając się wyłącznie na metafizyce czasoprzestrzeni, trzeba stwierdzić, że do rozwiązania kwestii teorii ról strukturalnych wystarczy wyłącznie teza pierwsza, natomiast teza druga nie łączy się z nią w żaden naturalny sposób, dodatkowo prowadząc do pewnych niekorzystnych konsekwencji (by wspomnieć niepotraktowanie w pełni poważnie relacyjności metryki). SSM pozwala na uniknięcie tego problemu: traktuje się w nim esencjalizację własności metrycznych jako interpretację nadmiarową. Jeżeli własności metryczne są zawsze dynamiczne i kontekstualne, to bardziej adekwatne od korzystania z (mniej lub bardziej standardowej) teorii własności esencjalnych wydaje się przyznanie ontologicznie ważnej roli *konkretnym* relacjom czasoprzestrzennym, których opis uzyskujemy dzięki *konkretnemu* rozwiązaniu równań pola w OTW. Do SSM nie odnosi się również problem związany

z możliwością ujęcia fundamentalnej numerycznej wielości punktów jako zbioru nagich substratów. W SSM bowiem punkty nigdy nie mogą występować jako byty odseparowane od mających jakościowy charakter relacji czasoprzestrzennych.

Jak zaznaczyłem omawiając esencjalizm strukturalny, stanowiskiem, w którym proponuje się esencjalizację struktury metrycznej jako takiej jest MSE Glicka (rozdz. 6.3.1). Pierwszy kłopot tego poglądu (rozdz. 6.3.2) związany jest z bezkrytyczną akceptacją GP, prowadzącą do traktowania symetrii permutacyjnych w QM jedynie jako aspektu modeli. W SSM udaje się uniknąć podobnych konkluzji, ponieważ nie uznaje się w tym stanowisku tezy, że GP można traktować jako zasadę, która obowiązuje w ten sam sposób zarówno w QM, jak i OTW. Druga trudność MSE dotyczy arbitralnego odrzucenia ze zbioru dopuszczalnych fizycznie rozwiązań równań pola symetrycznych modeli czasoprzestrzeni – u Glicka wynika to bezpośrednio z podejścia esencjalistycznego, co w naturalny sposób nie pojawia się w SSM. Ponieważ w SSM można ontologicznie, na poważnie, traktować zarówno czasoprzestrzenie symetryczne, jak i zakrzywione, twierdzenie, że idealizacyjny charakter niektórych modeli przemawia przeciwko ich fizyczności nie może zostać w SSM sformułowane. Stąd zwolennik SSM nie będzie odrzucał modeli czasoprzestrzeni z powodu ich nieprzystawalności do jego metafizyki. Trzeci zarzut wobec MSE również powiązany jest z podejściem zasadniczo esencjalistycznym. Interpretacja esencjalistyczna miejsc w strukturze metrycznej w konsekwencji oznacza esencjalizację określonej struktury metrycznej, ta jednakże jest przecież kontyngentna. Jak wskazałem, definicja niezmienniczości esencjalnej struktury przedstawiona przez Bigaję nie jest dostępna dla zwolennika MSE. W SSM strukturę czasoprzestrzenną zawsze rozumie się jako sieć konkretnych, kontyngentnych relacji, których opisem dysponujemy tylko *po rozwiązaniu* równań pola. Dlatego nie jest potrzebna specjalna definicja esencjalnej struktury, aby wyjaśnić, w jaki sposób struktura metryczna posiada ważną ontologicznie rolę. W SSM kontyngentność struktury metrycznej jest naturalnie wbudowana w metafizyczne ujęcie czasoprzestrzeni w OTW, dlatego zarzut przeciwko MSE nie może się pojawić. Należy odnotować, że, przynajmniej powierzchownie, SSM jest podobne do MSE: po prostu w SSM odrzuca się wszelkie tezy esencjalistyczne. Poza tym, oczywiście, stanowiska te różnią się wieloma odmiennymi założeniami.

W CRS1, stanowisku zaproponowanym przez Dorato (rozdz. 6.4.1), główny problem dotyczy redukowalności do relacjonizmu, co jest niespójne z tym, że CRS1 pomyślany jest jako synteza substancjalizmu oraz relacjonizmu. Trudność ta wynika przede wszystkim z braku niehumowskiego ujęcia praw oraz z niejasnego rozumienia własności przyczynowych. W SSM tego typu trudności nie mogą się pojawić, ponieważ obie kwestie zostały w ramach tego

stanowiska bezpośrednio zaadresowane: prawa zależą (częściowo) od struktury metrycznej, natomiast ujęcie przyczynowości ma jednoznacznie relacyjny charakter.

W przypadku innej wersji powyższego stanowiska, CRS2 (rozd. 6.4.2), udaje się, przynajmniej częściowo, uniknąć sprowadzenia do relacjonizmu. Jest to oparte na podanym przez Dorato rozróżnieniu między ontologią a metafizyką. Rozróżnienie to, w ramach CRS2, okazuje się jednak bezowocne: struktura czasoprzestrzenna traktowana jest jako struktura abstrakcyjna, która musi być przez coś egzemplifikowana, ostatecznie jednak nie wiadomo do końca przez co. Ponadto nadal nie dysponujemy jakimkolwiek ujęciem częściowej niezależności struktury. W SSM natomiast jest określone, co się rozumie strukturalistycznie przez konkretność struktury i nie wymaga to zadania pytania o egzemplifikację struktury abstrakcyjnej. W kwestii niehumowskiego ujęcia praw sprawa ma się podobnie, jak w przypadku CRS1. Inna trudność CRS2 związana jest z akceptacją poglądu, że w sporze o naturę czasoprzestrzeni musi być założona metafora pojemnika. Jeżeli tak jest, to istotnie podwójna rola pola metrycznego automatycznie unieważnia ten spór. Bynajmniej jednak metafora pojemnika nie jest konieczna do sformułowania tegoż sporu, w rezultacie rozumowanie Dorato można obecnie potraktować jako mylny trop (zob. również rozdz. 5). W SSM rozwiązuje się ten problem poprzez przyjęcie takiej wizji dyskusji, w której skupia się ona na statusie ontologicznym pola metrycznego w porównaniu z innymi polami fizycznymi.

Stanowisko DRS (rozd. 6.5.1), jak sygnalizowałem, jest bardzo wartościową propozycją. Jako jego możliwą trudność wskazałem substancjalizację wiązek, co jest, jak sądzę, interpretacją niezbędną, aby wprowadzić w ramach DRS określoność całego procesu fizycznego. Konsekwencją substancjalizmu wiązek są jednak problemy dotyczące traktowania punktów włókien jako indywiduów oraz determinizmu. W SSM rozwiązuje się ten problem nie wyróżniając formalizmu wiązek włóknistych jako jedynej adekwatnej reprezentacji treści OTW. W konsekwencji zwolennik SSM przestanie – być może po prostu ze względu na filozoficzną wygodę – na standardowym, tensorowym sformułowaniu OTW i uzna, że *określoność* procesu fizycznego zawsze będzie zależała od konkretnej, kontyngentnej sekwencji materialnych zdarzeń. Nie odrzucam oczywiście formalizmu wiązek włóknistych w odniesieniu do OTW – jest on ważny ze względu na praktykę badawczą, a same przesłanki metafizyczne zawsze są niewystarczające do podjęcia ostatecznej decyzji w ustalaniu użyteczności jakiegoś aparatu formalnego.

Rozważając EOSR1 odniesione do OTW przedstawiłem (rozd. 7.1.2), niezależnie od ogólnych problemów metafizyki strukturalistycznej omówionych powyżej, dwa zarzuty wobec tego stanowiska. Pierwszy z nich związany jest ze sprowadzeniem czasoprzestrzeni do

dynamicznej struktury świata – takie postawienie sprawy utrudnia odróżnienie interpretacji czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej z perspektywy EOSR1 od jakiejś wersji relacjonizmu. Dokładniej jednak chodzi o brak właściwej strukturalistycznej interpretacji czasoprzestrzeni, co prowadzi bezpośrednio do zarzutu o niepełność EOSR1¹⁰⁷. SSM jest stanowiskiem interpretacyjnym sformułowanym bezpośrednio z myślą o OTW. Można jednakże ogólnie stwierdzić, że problemy związane z bagatelizowaniem swoistości ontologicznej dziedziny przedmiotowej danej teorii fundamentalnej nie występują w przypadku SSM. Wynika to bezpośrednio z założenia strukturalnego realizmu wewnętrznego oraz z akceptowanej w ramach SSM analizy zasady ogólnej permutowalności. Druga trudność, jaką wskazałem, związana jest z arbitralnym stwierdzeniem, że punkty czasoprzestrzeni nie mogą być rozumiane jako nie-indywidua. W SSM przedstawiona jest propozycja, w jaki sposób można jednak to uczynić.

SSM jest stanowiskiem z jednej strony nieco podobnym do MSE, z drugiej strony – ma pewne cechy wspólne z MOSR (rozdz. 7.2.1). Wskazałem, dlaczego MSE nie jest trafnym podejściem oraz przedstawiłem, w jaki sposób w SSM udaje się uniknąć trudności MSE. Omówię teraz jak SSM pozwala na rozwiązanie problemów MOSR.

Pierwszy zarzut dotyczy tego, że formalizm tensorowy sprzyja interpretowaniu własności metrycznych jako własności *quasi-wewnętrznych*. Esfeld i Lam rozwiązali ten problem na gruncie MOSR i zgadzam się z ich konkluzjami (rozdz. 7.2.2). Na szczęście, wnioski te, głoszące fundamentalność relacji czasoprzestrzennych w OTW, mogą być powiązane z innymi stanowiskami strukturalistycznymi i nie jest tak, że jedynie w MOSR da się metafizycznie wyjaśnić odnośny fakt. Analiza przedstawiona przez Esfelda i Lama dotyczy bowiem formalizmu tensorowego i z tego powodu w dowolnym stanowisku, w którym da się potraktować tę analizę na poważnie, można zaakceptować tezę, że formalizm ten nie wymusza traktowania własności metrycznych jako własności monadycznych.

Drugi zarzut wobec MOSR sformułowałem jako wątpliwość dotycząca postulowanej przez Esfelda i Lama neutralności strukturalistycznej metafizyki względem pytania o związek między energią-materią a czasoprzestrzenią. W SSM problem neutralności można łatwo rozwiązać odnosząc się do założenia dotyczącego podwójnej roli pola metrycznego. Z perspektywy SSM adekwatna metafizyczna interpretacja czasoprzestrzeni musi uwzględnić

¹⁰⁷ Gdy chodzi o EOSR2, to w stanowisku tym, jak wspominałem, strukturalistyczna interpretacja czasoprzestrzeni w OTW wydaje się jeszcze bardziej zaniedbana niż w EOSR1, stąd zarzut o niepełność stosuje się również do EOSR2.

to, że w odniesieniu do czasoprzestrzeni nie można stosować jednoznacznego podziału wyrażonego w metaforze pojemnika. Oznacza to tyle, że samą czasoprzestrzeń należy ująć w sposób, który nie przenosi interpretacji z fizyki newtonowskiej na grunt fizyki relatywistycznej. W sytuacji, w której sens poszukiwań stanowiska odmiennego od substancjalizmów i relacjonizmów wyznaczony jest przez nieadekwatność dawnych poglądów dotyczących związku między przestrzenią a materią, pełna neutralność wobec tej kwestii wydaje się niewłaściwym podejściem.

Trzeci zarzut przedstawiony został przez Wüthricha (rozdz. 7.2.2). Zgodnie z tym zarzutem ontologia czasoprzestrzeni zawarta w MOSR wymusza absurdalną konsekwencję, w której wszystkie punkty symetrycznej czasoprzestrzeni należy ze sobą utożsamić, a następnie stwierdzić, że odnośna czasoprzestrzeń składa się tylko i wyłącznie z jednego punktu. Argument Wüthricha opiera się przede wszystkim na określonej wizji tego, jaką wersję (relacyjnej) PII zwolennicy MOSR muszą przyjąć w odniesieniu do punktów. W swojej rekonstrukcji MOSR skupiłem się na tym, że Esfeld i Lam wprawdzie akceptują tezę, że obiekty i relacje są ontologicznie równorzędne, lecz w toku rozważań okazało się, że (słaba) rozłączność tych dwóch kategorii prowadzi do pewnych istotnych trudności. Krytyka przedstawiona przez Wüthricha wymusiła dookreślenie natury wewnątrzświatowego związku między obiektami a relacjami: zwolennicy MOSR stwierdzili, że relacje są „sposobami bycia” obiektów. Dzięki temu mogą oni w odparciu zarzutu Wüthricha stwierdzić, że zawsze istnieje wielość punktów, MOSR natomiast jest kompatybilny zarówno z absolutnymi, jak i nieabsolutnymi koncepcjami ich odróżniania, w zależności od kontekstu. Jak wskazałem, takie podejście prowadzi do kolejnych problemów, do których za chwilę wrócę. Należy stwierdzić, że do SSM zarzut Wüthricha się nie stosuje ze względu na to, że relacje w tym kontekście nie mogą pełnić indywidualnej roli. Stąd PII akceptowana przez zwolennika SSM będzie odnosić się jedynie do modeli czasoprzestrzeni, a nie do punktów.

Czwarty zarzut nazwałem problemem dwoistości. Dotyczy on, w skrócie, nieprawomocnego rozróżnienia w odnoszeniu metafizyki czasoprzestrzeni przedstawionej w ramach MOSR do modeli z zerową i niezerową krzywizną (zob. rozdz. 7.2.3). W kontekście problemu dwoistości do rozwiązania kwestii symetrycznych czasoprzestrzeni wykorzystuje się w MOSR *jednocześnie* absolutne i nieabsolutne koncepcje odróżnialności. Sugeruje to, że koncepcjom tym przypisuje się pewną ontologiczną rolę, przynajmniej gdy idzie o ustalenia dotyczące statusu modeli określonego typu. Z pewnością przywołane koncepcje odróżnialności są potrzebne Esfeldowi i Lamowi przynajmniej argumentacyjnie: pozwala ono udzielić niearbitralnej (czyli nie takiej, jak rozumowanie prowadzące do uznania symetrycznych modeli

za niefizyczne fikcje) odpowiedzi na zarzut Wüthricha, czyli prawdopodobnie na najlepiej rozpoznany w literaturze argument przeciwko MOSR. Wyjaśniłem jednak, dlaczego argumentacja Esfelda i Lama oparta na koncepcjach odróżnialności zawodzi. W SSM wewnątrzświatowe korzystanie z absolutnych i nieabsolutnych koncepcji odróżnialności jest zbędne w odniesieniu do punktów czasoprzestrzeni: ontologicznie to ujmując, jest ich jedynie numerycznie wiele i są na nich określone konkretne relacje czasoprzestrzenne. Zawsze zatem chcemy powiedzieć to samo w kontekście OTW, zarówno o modelach symetrycznych, jak i tych z niezerową krzywizną: jeżeli dane, poprawne rozwiązanie równań pola wyznacza określoną metrykę, to istnieją relacje czasoprzestrzenne; skoro tak, to istnieją również punkty, będące strukturalnymi nie-indywiduami. Jak objaśniłem (rozdz. 7.4.2) pozwala to na pragmatyczne podejście do metody Bergmanna–Komara i nieprzypisywanie jej kluczowej ontologicznej roli w pewnych przypadkach. Co więcej, unika się również standardowego zarzutu wobec koncepcji słabej odróżnialności – że zakłada się w niej to, do wykazania czego ma służyć (wielości obiektów).

Piąty zarzut wobec MOSR głosi, że w stanowisku tym równorzędność ontologiczna punktów i relacji jest pozorna: tak naprawdę punkty, mające relacyjne sposoby istnienia, są w tym stanowisku, jak starałem się przekonać, bardziej fundamentalne, co skutkuje bardzo swoistą mozaikową ontologią czasoprzestrzeni. W SSM koncepcja strukturalnych nie-indywiduów i jej uzasadnienie w kontekście modeli czasoprzestrzeni nie pozostawia wątpliwości, że istotnie obiektów nie da się sprowadzić do relacji, relacji zaś – do własności bądź sposobów istnienia obiektów. Jest to niezależne od kwestii tego, jak rozumiana jest konkretność relacji w SSM.

W przypadku stanowiska minimalnego strukturalizmu Ricklesa (rozdz. 7.3.3) uznałem, że pogląd ten posiada wiele zalet, jest interesujący poznawczo, rozwija się w nim, w sposób dobrze ugruntowany w fizyce, trafną interpretację czasoprzestrzeni. Jedyne spostrzeżenie krytyczne dotyczące minimalnego strukturalizmu jest takie, że akceptacja owego stanowiska spoczywa w dużej mierze na naszej gotowości do przyjęcia analizy natury obserwabli zaproponowaną przez Ricklesa. Trudno potraktować tę uwagę jako naprowadzającą bezpośrednio na nieadekwatność powyższego poglądu. Uznaję zatem, że minimalny strukturalizm można potraktować jako mocne stanowisko konkurencyjne względem SSM.

SSM, oczywiście, również podlega krytyce. Przedstawię teraz możliwe trudności tego stanowiska oraz sformułuję odpowiedzi na nie. Zarzuty wobec SSM, jak sądzę, mogą dotyczyć przede wszystkim: (a) koncepcji strukturalnych nie-indywiduów; (b) sposobu analizy

konkretności relacji; (c) związku między punktami czasoprzestrzeni a relacjami metrycznymi; (d) ujęcia przyczynowości i praw.

W przypadku (a) potencjalne zarzuty mogłyby być następujące. Można uznać, że różnica między strukturalnymi nie-indywiduami a „zwykłymi” nie-indywiduami bądź bytami mającymi *quidditas* a niemającymi *haecceitas* jest tak znikoma, że wprowadzenie kategorii strukturalnych nie-indywiduów do opisu ontologii OTW niepotrzebnie komplikuje metafizyczną interpretację tej teorii. Ponadto można stwierdzić, że koncepcja punktów jako strukturalnych nie-indywiduów nie prowadzi do doniosłych konsekwencji dla fizyki i filozofii czasoprzestrzeni, chociażby ze względu na porzucenie związku z formalizmem teorii *quasi*-zbiorów.

Odpowiadając na pierwszy zarzut dotyczący swoistości koncepcji punktów jako strukturalnych nie-indywiduów, chciałbym odwołać się do jednej z konkluzji moich rozważań o ogólnej permutacyjności: unifikacjonizm metafizyczny fundamentalnych teorii fizycznych jest trudną do utrzymania tezą. Uważam, że wniosek ten jest dobrze uzasadniony. Zauważmy, że standardową koncepcją nie-indywiduów oraz poglądem, że fundamentalne byty fizyczne nie mają natur indywidualnych, lecz mają natury rodzajowe, można posłużyć się – i rzeczywiście tak postępowano – zarówno w odniesieniu do QM jak i OTW. Jest to problematyczne, ponieważ w takim podejściu gubi się, wynikające z odmiennych mechanizmów fizycznych, metafizyczne różnice między tymi dwiema teoriami. Jest jasne, że obecne teorie fundamentalne wymagają niestandardowych metafizyk, starałem się jednak przekonać, dlaczego metafizyki te nie muszą być identyczne – koncepcja strukturalnych nie-indywiduów stosuje się do OTW, do QM zaś niekoniecznie. Jest zatem jasne, że mój pogląd nie może funkcjonować w oderwaniu od określonych założeń SSM i kontekstu fizyki czasoprzestrzeni, co oznacza, że przedstawione przeze mnie ujęcie obiektów (punktów) nie dostarcza w pełni samodzielnej koncepcji *metafizycznej*. Wydaje mi się to jednak rozsądną ceną do zapłacenia w ramach filozofii fizyki i metafizyki znaturalizowanej. Jako taka, owa koncepcja uwzględnia tylko to, co jest niezbędne konceptualnie do uprawiania fizyki czasoprzestrzeni: metrykę oraz punkty. Mimo pewnych niestandardowych manewrów interpretacyjnych trudno, jak uważam, uznać to za nadmiarową ontologię czasoprzestrzeni.

Moja odpowiedź na zarzut dotyczący braku doniosłości konsekwencji SSM i braku związku z niestandardową teorią mnogości jest następująca. Celem niniejszej pracy, przypomnę, jest „przedstawienie, w konfrontacji z innymi dostępnymi poglądami, strukturalizmu czasoprzestrzennego, który jest metafizycznie prosty i zadowalający, a także maksymalnie adekwatny w stosunku do fizyki OTW” (zob. Wstęp). Z tej perspektywy SSM od

początku nie miał być stanowiskiem, z którego miałyby wynikać dyrektywy dla dalszej pracy fizyków. Istotnie, OTW traktowana była przeze mnie od początku jako gotowy wytwór. Pewne uwagi na temat możliwego wykorzystania idei zawartych w SSM w kontekście przyszłej teorii kwantowej grawitacji są, jak zaznaczyłem, spekulacją; ponadto mają niezwykle szkicowy charakter. Gdy spojrzeć natomiast na konsekwencje filozoficzne, ocena ich doniosłości jest chyba skorelowana z poglądem na metafizykę znaturalizowaną. Zauważmy bowiem, że sformułowanie SSM można potraktować jako przykład uprawiania tego typu metafizyki. Jeżeli ktoś nie uznaje zasadności znaturalizowanej metafizyki ze względu na ograniczenia jakie ona wymusza, jest jasne, że ograniczenie stosowalności koncepcji strukturalnych nie-indywiduów do OTW będzie także odebrane jako coś przemawiającego przeciwko tejże koncepcji. Niewątpliwie jednak samo sformułowanie przykładu stanowiska z zakresu metafizyki znaturalizowanej mogłoby zostać odebrane przez innych być może nie jako nietuzinkowe przedsięwzięcie, ale z pewnością jako krok w rozwoju przytoczonej subdyscypliny filozofii. W odniesieniu do kwestii związku SSM z niestandardową teorią mnogości mogę jedynie stwierdzić, że w pewnych kontekstach skrajny rewizjonizm nie zawsze jest drogą do sukcesu. Krytykując niektóre stanowiska zaznaczałem, że proponowane w nich rozstrzygnięcia podważają standardy praktyki naukowej, natomiast, w niektórych przypadkach, próby przeformułowania teorii fizycznej ze względu na metafizyczne cele nie dawały pożądanych rezultatów. Stąd pojawiło się przekonanie, że w odniesieniu do dojrzałej teorii, jaką niewątpliwie jest OTW, postulowanie modyfikacji samego jej formalizmu być może jest zbyt kosztowne.

W odniesieniu do kwestii (b) można sformułować zarzut o następującej treści. W SSM unika się trudności związanych z eliminacją obiektów z ontologii, a więc unika się zarzutu z relacji bez elementów relacji: głosi się istnienie pierwotnej numerycznej wielości punktów. Jednakże punkty te są nie-indywiduami, relacje natomiast są konkretne (fizyczne). Konstrukcja ta sugerowałaby, że mamy do czynienia ze strukturą konkretną; jednakże w definicji struktury konkretnej relacje określone są na konkretnych obiektach, w SSM natomiast konkretne relacje określone są na nie-indywidualnych punktach. Co więcej, punkty te nie mogą zaistnieć bez tych relacji. Należy zatem uznać, że przedstawione ujęcie zawiera nie mniej osobliwą koncepcję struktury niż podejście całkowicie eliminujące obiekty. Odpowiadając na ten zarzut chciałbym podkreślić, że przytoczone standardowe ujęcie struktury konkretnej wyrażone jest w terminach standardowej teorii mnogości, a więc za pomocą określonych środków formalnych. Jak wielokrotnie wspominałem, SSM nie jest rewizjonistycznym stanowiskiem w odniesieniu do aparatów formalnych wykorzystywanych w standardowym reprezentowaniu OTW. Dlatego

właśnie koncepcji strukturalnych nie-indywiduów nie wyraziłem przy pomocy niestandardowej teorii mnogości, raczej traktując ową koncepcję jako określony sposób rozumienia podstawowych aspektów OTW. W związku z tym, moje pojęcie „(strukturalnych) nie-indywiduów” nie jest tym samym, co nie-indywidua rozumiane jako m -atomy w teorii *quasi*-zbiorów; nie jest też, oczywiście, tożsame z rozumianym zgodnie ze zwykłą teorią mnogości elementem zbioru. Stąd w sformułowanym zarzucie występuje błąd ekwiwokacji. Konkretność relacji w SSM rozumie się od razu jako określone w danym modelu czasoprzestrzeni relacje metryczne. Stąd, analogicznie do kwestii punktów czasoprzestrzeni, podważanie tego podejścia tylko ze względu na niezgodność z czysto formalnymi kryteriami konkretności relacji zaczerpnięte z ogólniejszej perspektywy metafizycznej niż ta, którą akceptuje się w SSM, wydaje się nie do końca trafne.

Zarzut dotyczący (c) mógłby głosić, że SSM wpada w podobną pułapkę, co MOSR. Dopuszczenie, w pewnej postaci, zarówno obiektów jak i relacji każe zadać pytanie o naturę związku między tymi dwoma kategoriami w metafizyce strukturalistycznej. W MOSR odpowiedzią na to pytanie było wprowadzenie koncepcji relacyjnych sposobów istnienia punktów, czego konsekwencją jest, w moim przekonaniu, swoisty mozaikowy obraz czasoprzestrzeni, nie w pełni zgodny z duchem podejścia strukturalistycznego. W SSM punkty oraz relacje są *de facto* do siebie nieredukowalne – czy wobec tego nie należałoby uznać, że uzyskujemy po prostu bardziej egzotyczną ontologicznie mozaikę czasoprzestrzenną, spełniającą pewne dodatkowe kryteria istnienia związane z określonymi relacjami? Istotne jest zauważenie, że kwestia relacji nie jest w SSM dodatkowa, ale właśnie centralna – o rzeczywistym polu grawitacyjnym możemy mówić wtedy i tylko wtedy, gdy określona jest metryka. Punkty natomiast, jako nie-indywidualne miejsca w strukturze grawitacyjnej, naturalnie muszą w takiej strukturze się pojawić; nie sposób jednak stwierdzić, aby mogły jakkolwiek istnieć samodzielnie. Podobnego wniosku nie da się sformułować w MOSR, ponieważ zwolennicy tego stanowiska zdecydowali się zachować neutralność w odniesieniu do kwestii stosunku między czasoprzestrzenią a energią-materią. Poprzestali oni na bezpośredniej charakterystyce „strukturalnej natury” czasoprzestrzeni. Ze względu na to, że w SSM tego typu neutralność nie została ogłoszona, można wprost mówić o punktach po prostu jako o miejscach w strukturze grawitacyjnej. Dzięki temu łatwiej można dostrzec, dlaczego SSM nie sprzyja ontologicznemu wyróżnianiu obiektów (punktów). Istotnie, stanowisko to jest dwukategorialne, jednakże stwierdzenie, że konsekwencją SSM jest pogląd, iż czasoprzestrzeń sprowadza się do specyficznej mozaiki obiektów, jest zbyt daleko idące.

Rozważając (d) można, jak się wydaje, podać zarzuty odnoszące się przede wszystkim do tego, że ani ujęcie przyczynowości ani ujęcie praw nie jest wyrażone bezpośrednio w terminach tworzących tezy ontologiczne SSM. W przypadku zagadnienia przyczynowości można by ponadto uznać, że w SSM omawia się je w odniesieniu do bardzo podstawowego założenia OTW (stabilnej przyczynowości). Trudno się z tym nie zgodzić. Jest tak, ponieważ tezy SSM dotyczą przede wszystkim czasoprzestrzeni jako takiej. Być może dałoby się sformułować ogólne stwierdzenia o przyczynowości na podstawie SSM; jednakże równie dobrze stanowisko to mogłoby okazać się zgodne z wieloma różnymi poglądami na omawiany temat. SSM, przynajmniej w obecnej postaci, jest zrelatywizowane do OTW i jako standardy dotyczące rozumienia przyczynowości przyjąłem właściwe tej teorii ujęcie tego zagadnienia. Sądzę, że skupienie się na zgodności z założeniami OTW zamiast na nowatorskich, mocnych tezach z zakresu filozofii przyczynowości jest przejawem ostrożności i oszczędności, zwłaszcza w świetle wprowadzenia nowej kategorii strukturalnych nie-indywiduów. W przypadku zagadnienia praw w SSM postępuje się w podobnie minimalistyczny sposób – korzysta się z faktu, że OTW jest teorią niemachowską, wymagającą teoretycznego odniesienia do nieredukowalnej struktury czasoprzestrzeni. W stwierdzeniu tym nic nie przesądza, jak należy tę strukturę rozumieć metafizycznie, stąd z ujęciem tym mogą być zgodne inne stanowiska niż SSM. Ponownie jednak – tego typu oszczędność jest zamierzona i z pewnością nie można potraktować jej jako argumentu za niesłusznością tez SSM na temat czasoprzestrzeni.

7.5. Podsumowanie rozdziału

Na podstawie przedstawionych w tej pracy krytycznych analiz poszczególnych stanowisk oraz argumentów na ich rzecz, sformułowałem w rozdziale 7 własne podejście w zakresie strukturalistycznej metafizyki czasoprzestrzeni. Główne wyniki moich rozważań dotyczących punktów czasoprzestrzeni pojętych jako strukturalne nie-indywidua są następujące: (i) ustalenie podziału kategorii nie-indywiduów; (ii) wykazanie, że SSM jest zarówno oszczędną ontologicznie opcją, która łączy wiele zalet innych stanowisk, jak i uwzględnia istotne aspekty fizyczne OTW (przede wszystkim podwójną rolę pola metrycznego i nielokalizowalność energii grawitacyjnej); (iii) pokazanie, w jaki sposób omawiany pogląd łączy się z dyskusją wokół metafizycznej unifikacji fundamentalnych teorii fizycznych. Na tej podstawie uważam, że SSM oferuje zarówno syntetyczne, jak i nowatorskie

ujęcie strukturalistycznej metafizyki czasoprzestrzeni. Choć inspirowane takimi wariantami OSR jak EOSR1 i MOSR, SSM odchodzi od obu tych propozycji; natomiast strukturalizm minimalny i DRS traktuje się w SSM jako poważne alternatywy. Istotnie, trudno oczekiwać, aby pejzaż współczesnego strukturalizmu był jednolity.

Zakończenie

W ramach zaproponowanego przeze mnie stanowiska można, jak wykazałem, zarówno przedstawić przekonującą metafizyczną interpretację czasoprzestrzeni opisywanej przez OTW, jak i rozwiązać problemy stanowisk tworzących OSR oraz wielu poglądów sformułowanych w toku współczesnej debaty dotyczącej natury czasoprzestrzeni. SSM czerpie z krytycznych analiz poszczególnych stanowisk i jasno można stwierdzić, którym podejściom zaprezentowany przeze mnie pogląd jest bliższy, a od których zdecydowanie się różni. W pierwszym przypadku należałoby przede wszystkim wymienić MSE (z pominięciem tez esencjalistycznych) oraz MOSR; do pewnego stopnia również substancjalizm metryczny (gdy odrzuci się postulat *quasi*-absolutności pola metrycznego oraz te założenia, które prowadzą do uznawania punktów czasoprzestrzeni jako teoretyczne fikcje). W drugim przypadku natomiast wskazać trzeba stanowiska realizujące modalistyczną strategię odpowiadania na argument dziury, substancjalizm różnościowy z akceptacją równoważności Leibniza, wszystkie stanowiska relacjonistyczne (przy czym należy podkreślić, niezależnie od dyskusji o naturę czasoprzestrzeni, wartość DA). Dystansuję się również od esencjalizmu strukturalnego, obu wersji CRS, a także od EOSR1 odniesionego do OTW. Stanowiska DRS i strukturalizm minimalny traktuję natomiast jako bardzo ważne propozycje z zakresu strukturalistycznej ontologii czasoprzestrzeni. Z jednej strony proponuję odmienny punkt widzenia, w pełni oparty na obrazie punktów jako strukturalnych nie-indywiduów, z drugiej zaś uznaję, że poglądy te są poważną konkurencją dla SSM.

Proponowane w ramach nurtu strukturalistycznego ujęcia często prowadzą do nieintuicyjnych rozstrzygnięć. Z jednej strony nie powinno to dziwić, bowiem są one odległe od potocznego doświadczenia ludzkiego i „zdroworozsądkowej” metafizyki. Z drugiej strony oznacza to tyle, że zwolennik metafizyki strukturalistycznej musi być stale gotowy do rewizji swoich koncepcji, nie wprowadzając żadnych nowych elementów bez potrzeby. Ewentualna nieintuicyjność tworzących SSM tez i założeń, a także zaproponowanej koncepcji

strukturalnych nie-indywiduów wraz z ujęciem relacji czasoprzestrzennych, neutralizowana jest przez ich osadzenie w fizyce i szerokie uzasadnienie, a także spełnianie kryterium oszczędności. W SSM nie musimy zakładać poprawności wysoce skomplikowanych teorii filozoficznych, w dużej mierze niezależnych od OTW.

Ponieważ dwie debaty tworzące pole problemowe niniejszej pracy są stale żywe, należy się spodziewać dalszego rozwoju różnych opcji z zakresu metafizyki strukturalistycznej oraz strukturalizmu czasoprzestrzennego. Mając na uwadze ten fakt, można sformułować – na podstawie moich rozważań prowadzących do, oraz skupionych wokół, SSM – dalsze pytania badawcze. Po pierwsze, na ile poprawna jest koncepcja strukturalnych nie-indywiduów i czy istotnie daje się ją interpretacyjnie odnieść wyłącznie do OTW, tak jak to zaproponowałem? Po drugie, jaki można sformułować kontrargument przeciwko zaproponowanemu przeze mnie metafizycznemu antyunifikacjonizmowi? Czy można inaczej rozwinąć ten pogląd w oparciu o jakiś podział nie-indywiduów w kontekście fizyki fundamentalnej? Po trzecie, jak zaproponowane ujęcie nie-indywiduów można odnieść do obecnych, jeszcze empirycznie niesprawdzonych teorii kwantowej grawitacji? Po czwarte, w jaki sposób rozwinąć proponowane przeze mnie podejście, aby w terminach koncepcji strukturalnych nie-indywiduów *bezpośrednio* zdefiniować, przykładowo, pojęcie przyczynowości? Po piąte, w jaki sposób przy pomocy idei wyrażonych w SSM zinterpretować sformułowania OTW inne niż tensorowe? Po szóste, jakie są konsekwencje przedstawionej w tej pracy wizji uprawiania metafizyki znaturalizowanej? Czy wyróżnienie pojęcia interpretacji podminowuje ambicje przedstawicieli tej dyscypliny, czy też istotnie pozwala na pewną równowagę między metafizyką a filozofią fizyki (czy też – innych filozofii nauk szczegółowych)? Z pewnością dałoby się przedstawić jeszcze wiele innych tego typu pytań. Istotne jest, że dociekania związane z tym, jak właściwie można filozoficznie rozumieć naukowe pojęcie czasoprzestrzeni, mogą być dalej kontynuowane – celem uzyskania jak najpełniejszego zrozumienia rzeczywistości fizycznej.

Wykaz stosowanych skrótów

AO	– absolutyzm ogólnej teorii względności
AN	– absolutyzm Newtonowski
CRS	– czasoprzestrzenny realizm strukturalny
DA	– dynamiczne podejście do ogólnej teorii względności
DRS	– dynamiczny realizm strukturalny
ESR	– epistemiczny realizm strukturalny
EOSR	– eliminacyjny ontyczny realizm strukturalny
GP	– ogólna permutowalność
LE	– równoważność Leibniza
MB	– mechanika Bohma
MOSR	– umiarkowany ontyczny realizm strukturalny
MSE	– minimalny esencjalizm strukturalny
MU	– argument z metafizycznego niedookreślenia
NMA	– argument z braku cudów
OSR	– ontyczny realizm strukturalny
OTW	– ogólna teoria względności
OOR	– realizm zorientowany na obiekty
PMI	– pesymistyczna meta-indukcja
PNC	– zasada domknięcia naturalistycznego
PPC	– zasada pierwszeństwa fizyki
PII	– zasada tożsamości rzeczy nieodróżnialnych
PI	– niezmienniczość permutacyjna
QED	– elektrodynamika kwantowa
QFT	– kwantowa teoria pola
QM	– mechanika kwantowa
RL	– relacjonizm Leibnizjański
RM	– relacjonizm minimalistyczny
RN	– relacjonizm nieredukcjonistyczny
RR	– relacjonizm redukjonistyczny
SF	– stan fizyczny

- SK – stanowisko Kartezjusza
- SP – zasada symetrii
- SSM – silny strukturalizm metryczny
- STI – czasoprzestrzenna transcendentálna indywidualność
- STW – szczególna teoria względnosci
- TI – transcendentálna indywidualność
- TWP – teoria wyższego poziomu
- ZFU – teoria mnogości Zermelo–Fraenkla z urelementami
- ZRD – zasada racji dostatecznej

Bibliografia

- Abbot B., et al. (2016), *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*, „Physical Review Letters” 116: 061102-1–061102-16.
- Adams R. (1979), *Primitive Thisness and Primitive Identity*, „The Journal of Philosophy” 76 (1): 5 – 26.
- Afriat A. (2013), *Weyl’s Gauge Argument*, „Foundations of Physics” 43 (5): 699–705.
- Ainsworth P. (2009), *Newman’s Objection*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 60: 135–171.
- Anderson J. (1967), *Principles of Relativity Physics*, Academic Press, New York.
- Anderson E., Barbour J. Foster B., O’Murchadha N. (2003), *Scale-invariant gravity: geometrodynamics*, „Classical and Quantum Gravity” 20: 1571–1604.
- Arenhart J. (2012a), *Many entities, no identity*, „Synthese” 187: 801–812.
- Arenhart J. (2013), *Wither away individuals*, „Synthese” 190 (16): 3475–3494.
- Arenhart J. (2017), *The received view on quantum non-individuality: formal and metaphysical analysis*, „Synthese” 194(4): 1323–1347.
- Armstrong D. (1978), *Universals and scientific realism*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Armstrong D. (1983), *What is a law of nature?*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Armstrong D. (1993), *The Identification Problem and the Inference Problem*, „Philosophy and Phenomenological Research” 53 (2): 421–422.
- Armstrong D. (1995), *What makes induction rational?*, [w:] *The Problem of Rationality in Science and its Philosophy*, J. Misiek (red.), Springer, Dordrecht: 45-54.
- Arnovitt R., Deser S., Misner C. (1959), *Dynamical Structure and Definition of Energy in General Relativity*, „Physical Review” 116 (5): 1322–1330.
- Arnovitt R., Deser S., Misner C. (1960), *Canonical Variables for General Relativity*, „Physical Review” 117 (6): 1595–1602.
- Arntzenius F. (2012), *Space, Time and Stuff*, Oxford University Press, Oxford.
- Arthur R. (1994), *Space and Relativity in Newton and Leibniz*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 45 (1): 219–240.
- Arystoteles (2013), *Kategorie; Analitiki Pierwsze; Analitiki Wtore*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Augustynek Z. (1993), *Czasoprzestrzeń. Eseje filozoficzne*, Wydział Filozofii i Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

- Bailer-Jones D. (1999), *Tracing the Development of Models in the Philosophy of Science*, [w:] *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery*, L. Magnani (red.), Springer Science+Business Media, New York: 23–40.
- Bain J. (2006), *Spacetime Structuralism*, [w:] *The Ontology of Spacetime Volume 1*, D. Dieks (red.), Elsevier, Amsterdam: 37–66.
- Bain J. (2013), *Category-theoretic structure and radical ontic structural realism*, „Synthese” 190: 1621–1635.
- Bartels A. (1996), *Modern essentialism and the problem of individuation of spacetime points*, „Erkenntnis” 45: 25–43.
- Bell J. (1987), *Speakable and unspeakable in quantum physics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Belot G. (1995), *New Work for Counterpart Theorists: Determinism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 46: 185–195.
- Belot G. (1996), *Why general relativity does need an interpretation*, „Philosophy of Science” 63: 80–88.
- Belot G. (1998), *Understanding Electromagnetism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 49: 531–555.
- Belot G. (2000), *Geometry and motion*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 51: 561–595.
- Belot G. (2011), *Geometric Possibility*, Oxford University Press, Oxford.
- Belot G., Earman J. (2001), *Pre-Socratic quantum gravity*, [w:] *Physics Meets Philosophy at the Planck Scale*, C. Callender, N. Hugget (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 213–255.
- Belot G., Earman J. (1999), *From metaphysics to physics*, [w:] *From Physics to Philosophy*, J. Butterfield, C. Pagonis (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 166–186.
- Ben-Menahem Y. (2006), *Conventionalism*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bergmann P. (1961), *Observables in General Relativity*, „Reviews of Modern Physics” 33(4): 510–514.
- Bergmann P., Komar A. (1972), *The Coordinate Group Symmetries of General Relativity*, „International Journal of Theoretical Physics” 5 (1): 15–28.
- Bigaj T. (2017), *On essential structures and symmetries*, [w:] *Polish Contemporary Ontology*, M. Szatkowski, B. Skowron (red.), de Gruyter, Berlin: 1–24.
- Bird A. (2007), *Nature’s Metaphysics*, Clarendon Press, Oxford.
- Black M. (1952), *The Identity of Indiscernibles*, „Mind New Series” 61 (242): 153–164.
- Bohr N. (1985), *Niels Bohr’s Collected Works*, North-Holland, Amsterdam.
- Boyd R. (1983), *Realism, Approximate Truth, and Philosophical Method*, [w:] C. Wade Savage (red.), *Scientific Theories*, University of Minnesota Press, Minneapolis: 355–391.

- Brading K. (2011), *Structuralist Approaches to Physics: Objects, Models and Modality*, [w:] *Scientific Structuralism*, A. Bokulich, P. Bokulich (red.), Springer, New York: 43–66.
- Brading K., Brown H. (2003), *Symmetries and Noether's theorems*, [w:] *Symmetries in Physics*, K. Brading, E. Castellani (red.), Cambridge University Press, Cambridge, 89–109.
- Brading K., Crull E. (2017), *Epistemic Structural Realism and Poincaré's Philosophy of Science*, „Hopos: The Journal of the International Society for the History of Philosophy of Science” 7 (1): 108–129.
- Brading K., Landry E. (2006), *Scientific Structuralism: Presentation and Representation*, „Philosophy of Science” 73 (5): 571–581.
- Brading K., Skilles A. (2012), *Underdetermination as a Path to Structural Realism*, [w:] *Structural Realism*, E. Landry, D. Rickles (red.), Springer, New York: 99–116.
- Braithwaite R. (1940), *The Philosophy of Physical Science by Arthur Eddington*, „Mind New Series” 49 (196): 455–466.
- Brighouse C. (1994), *Spacetime and Holes*, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association Volume One: Contributed Papers”: 117-125.
- Brighouse C. (1997), *Determinism and Modality*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 48: 465–481.
- Brown H. (2005), *Physical Relativity*, Oxford University Press, New York.
- Brown H., Holland P. (2004), *Dynamical versus variational symmetries: understanding Noether's first theorem*, „Molecular Physics” 102 (11–12): 1133–1139.
- Brown H., Pooley O (2006), *Minkowski Space-Time: A Glorious Non-Entity*, [w:] *The Ontology of Spacetime*, D. Dieks (red.), Elsevier, Amsterdam: 67–72.
- Brown H., Read J. (2018), *The dynamical approach to spacetime theories*, URL= <http://philsci-archive.pitt.edu/14592/> [dostęp: 20.06.2019].
- Bueno O. (1997), *Empirical Adequacy: A Partial Structures Approach*, „Studies in History and Philosophy of Science” 28 (4): 585–610.
- Bueno O. (1999), *What is structural empiricism? Scientific change in an empiricist setting*, „Erkenntnis” 50: 59–85.
- Bueno O. (2008), *Structural Realism, Scientific Change, and Partial Structures*, „Studia Logica” 89: 213–235.
- Bueno O. (2014), *Why identity is fundamental*, „American Philosophical Quarterly” 51(4): 325–332.
- Bueno O. French S. (2011), *How Theories Represent*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 62: 857–894.
- Bueno O., French S., Ladyman J. (2002), *On Representing the Relationship between the Mathematical and the Empirical*, „Philosophy of Science” 69 (3): 452-473.
- Bueno O., French S., Ladyman J. (2012), *Models and structures: Phenomenological and partial*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 43: 43–46.

- Busch J. (2003), *What structures could not be*, „International Studies in the Philosophy of Science” 17 (3): 211–221.
- Butterfield J. (1988), *Albert Einstein Meets David Lewis*, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Volume Two: Symposia and Invited Papers”: 65–81.
- Butterfield J. (1989), *The Hole Truth*, „The British Journal for the Philosophy of Science”, 40 (1): 1–28.
- Butterfield J. (2006), *Against pointillisme about geometry*, [w:] *Time and history. Proceedings of the 28th Ludwig Wittgenstein symposium*, F. Stadler, M. Stoltzner (red.), Ontos, Frankfurt (Main): 181–222.
- Cao T.Y. (1997), *Conceptual Developments of 20th Century Field Theories*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Cao T.Y. (2003), *Can we dissolve physical entities into mathematical structures?*, „Synthese” 136: 57–71.
- Carnap R. (1956), *The Methodological Character of Theoretical Concepts*, „Minnesota Studies in the Philosophy of Science” 1: 38–76.
- Carnap R. (1966), *Philosophical Foundations of Physics*, Basic Books Inc., New York.
- Carnap R. (1974), *Foundations of the Unity of Science: Toward an International Encyclopedia of Unified Science*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Cartwright N. (1983), *How the Laws of Physics Lie*, Oxford University Press, Oxford.
- Cartwright N. (1999), *The Dappled World*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Cassirer E. (1956), *Determinism and Indeterminism in Modern Physics*. Yale University Press, New Haven.
- Cassirer E. (2006), *O teorii względności Einsteina*, tł. P. Parszutowicz, Wydawnictwo Marek Derewiecki, Kęty.
- Cassirer E. (2008), *Substancja i funkcja*, tł. P. Parszutowicz, Wydawnictwo Marek Derewiecki, Kęty.
- Caulton A., Butterfield J. (2012), *Symmetries and Paraparticles as a Motivation for Structuralism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 63: 233–285.
- Cei A. (2005), *Structural Distinctions: Entities, Structures, and Changes in Science*, „Philosophy of Science” 72: 1385–1396.
- Cei A., French S. (2009), *On the Transposition of the Substantial into the Functional: Bringing Cassirer’s Philosophy of Quantum Mechanics into the Twenty-First Century*, [w:] *Constituting Objectivity*, M. Bitbol, P. Kerszberg, J. Petitot (red.), Springer Science+Business Media, Dordrecht: 95–116.
- Chaitin G. (1975), *Randomness and mathematical proof*, „Scientific American” 232(5): 47–52.
- Chakravartty A. (2003), *The Structuralist Conception of Objects*, „Philosophy of Science” 70 (5): 867–878.

- Chakravartty A. (2007), *A Metaphysics for Scientific Realism. Knowing the Unobservable*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Chakravartty A. (2013), *On the Prospects of Naturalized Metaphysics*, [w:] *Scientific Metaphysics*, Oxford University Press, Oxford: 27–50.
- Chisholm R. (1973), *Parts as Essential to Their Wholes*, „The Review of Metaphysics” 26 (4): 581–603.
- Connes A. (1994), *Noncommutative Geometry*, Academic Press, New York-Boston-London.
- Cross Ch. (1995), *Max Black on the Identity of Indiscernibles*, „The Philosophical Quarterly”, 45 (180): 350–360.
- Cross Ch. (2011), *Brute Facts, The Necessity of Identity, and the Identity of Indiscernibles*, „Pacific Philosophical Quarterly” 92: 1–10.
- Cross Ch. (2014), *Medieval Theories of haecceity*, URL= <https://plato.stanford.edu/entries/medieval-haecceity/>, [dostęp: 25.07.2019].
- Cruse P., Papineau D. (2002), *Scientific realism without reference*, [w:] *The Problem of Realism*, M. Marsonet (red.), Ashgate, Farnham: 174–189.
- Czarnocka M. (1984), *Kryteria istnienia w naukach empirycznych*, praca doktorska w IFiS PAN, Warszawa.
- Da Costa N., Chuaqui R. (1988), *On Suppes Set Theoretical Predicates*, „Erkenntnis” 29: 95–112.
- Da Costa N., French S. (2000), *Models, Theories, and Structures: Thirty Years On*, „Philosophy of Science” 67: 116–127.
- Da Costa N., French S. (2003), *Science and Partial Truth*, Oxford University Press, Oxford.
- Dalla Chiara M., Toraldo Di Francia G. (1993), *Individuals, Kinds and Names in Physics* [w:] *Bridging the Gap: Philosophy, Mathematics, and Physics*, G. Corsi, M. Dalia Chiara, G. Ghirardi (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London: 261–284.
- Dalla Chiara M., Toraldo Di Francia G. (1995), *Identity Questions from Quantum Theory* [w:] *Physics, Philosophy, and the Scientific Community*, K. Gavroglu, J. Stachel, M. Wartofsky (red.), Springer Science+Business Media, Dordrecht: 39–46.
- Dardis A. (1993), *Sunburn: Independence Conditions on Causal Relevance*, „Philosophy and Phenomenological Research”, 53 (3): 577–598.
- Della Rocca M. (2005), *Two Spheres, Twenty Spheres, and the Identity of Indiscernibles*, „Pacific Philosophical Quarterly” 86: 480–492.
- Demopoulos W., Friedman M. (1985), *Bertrand Russell's The Analysis of Matter: Its Historical Context and Contemporary Interest*, „Philosophy of Science” 52 (4): 621–639.
- Dennet D. (1991), *Real Patterns*, „The Journal of Philosophy” 88 (1): 27–51.
- Deotto E., Ghirardi G., *Bohmian Mechanics Revisited*, „Foundations of Physics” 58: 377–397.
- Descartes R. (2001), *Zasady Filozofii*, tł. I. Dąbska, Wydawnictwo Antyk, Kęty.

- DiSalle R. (1994), *On Dynamics, Indiscernibility, and Spacetime Ontology*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 45 (1): 265–287.
- DiSalle R. (1995), *Spacetime Theory as Physical Geometry*, „Erkenntnis” 42: 317–337.
- DiSalle R. (2006), *Understanding Space-Time*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Dorato M. (2000), *Substantivalism, Relationism, and Structural Spacetime Realism*, „Foundations of Physics” 30: 1605–1628.
- Dorato M. (2005), *The Software of the Universe: An Introduction to the History and Philosophy of the Laws of Nature*, Ashgate, Aldershot.
- Dorato M. (2007), *Dispositions, Relations Properties and the Quantum World* (w:) M. Kistler, B. Gnassounou (red.), *Dispositions and Causal Powers*, Ashgate, Aldershot: 249–270.
- Dorato M. (2008), *Is Structural Spacetime Realism Relationism in Disguise? The Supererogatory Nature of the Substantivalism/Relationism Debate*, [w:] *The Ontology of Spacetime Volume 2 of Philosophy and Foundations of Physics*, D. Dieks (red.), Elsevier, Amsterdam: 17–38.
- Dorato M. (2016), *The physical world as a blob: is OSR really realism?*, „Metascience” 25 (2): 173–181.
- Dorato M., Pauri M. (2006), *Holism and Structuralism in Classical and Quantum General Relativity*, [w:] *The Structural Foundations of Quantum Gravity*, D. Rickles, S. French, J. Saatsi (red.), Oxford, New York: 121–151.
- Dowe P. (2000), *Physical Causation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Dowe P. (2007), *Causal Process*, URL= <https://stanford.library.sydney.edu.au/archives/sum2010/entries/causation-process>, [dostęp: 20.09.2019].
- Dowe P. (2009), *Causal Process Theories*, [w:] *The Oxford Handbook of Causation*, H. Beebe, Ch. Hitchcock, P. Menzies (red.). Oxford University Press, Oxford.
- Earman J. (1977), *Leibnizian Space-Times and Leibnizian Algebras*, [w:] *Historical and Philosophical Dimensions of Logic, Methodology and Philosophy of Science*, R. Butts, J. Hintikka (red.), Springer Science+Business Media, Dordrecht: 93–112.
- Earman J. (1986), *A Primer on Determinism*, Reidel, Dordrecht.
- Earman J. (1989). *World Enough and Space-Time: Absolute Versus Relational Theories of Space and Time*, MIT Press, Cambridge.
- Earman J. (2004), *Laws, Symmetry, and Symmetry Breaking: Invariance, Conservation Principles, and Objectivity*, „Philosophy of Science” 71: 1227–1241.
- Earman J., Norton J. (1987), *What Price Spacetime Substantivalism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 38: 515–525.
- Eddington A. (1921), *A Generalisation of Weyl's Theory of the Electromagnetic and Gravitational Fields*, „Proceedings of the Royal Society A” 99: 104–122.
- Eddington A. (1929), *The Nature of Physical World*, Cambridge University Press, Cambridge.

- Eddington A. (1930), *The Mathematical Theory of Relativity*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Eddington A. (1934), *New Pathways in Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Eddington A. (1939), *The Philosophy of Physical Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Eddington A. (1953), *Space, Time and Gravitation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ehlers J. (1973), *Survey of General Relativity Theory*, [w:] *Relativity, Astrophysics. and Cosmology*, W.Israel (red.), Reidel, Dordrecht: 1–125.
- Einstein A. (1997), *The Foundation of the General Theory of Relativity*, [w:] *The Collected Papers of Albert Einstein Volume 6, The Berlin Years: Writings, 1914 – 1917*, A. Kox, M. Klein, R. Schulmann (red.), Princeton University Press, Princeton: 146–200.
- Einstein A. (2001), *Pisma Filozoficzne*, De Agostini, Warszawa.
- English J. (1973), *Underdetermination: Craig and Ramsey*, „The Journal of Philosophy” 70 (14): 453–462.
- Esfeld M. (2004), *Quantum entanglement and a metaphysics of relations*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 35: 601–617.
- Esfeld M., Deckert D.-A. (2018), *A Minimalist Ontology of the Natural World*, Routledge, New York, London.
- Esfeld M., Lam V. (2008), *Moderate structural realism about space-time*, „Synthese” 160: 27–46.
- Esfeld M., Lam V. (2010), *Holism and structural realism*, [w:] *Worldviews, science and us. Studies of analytical metaphysics. A selection of topics from a methodological perspective*, R. Vanderbeeken, B. D’Hooghe (red.), World Scientific, Singapore: 10–31.
- Esfeld M, Lazarovici D., Lam V., Hubert M. (2017), *The Physics and Metaphysics of Primitive Stuff*, „The British Journal for the Philosophy of Science 68” (1): 133–161.
- Esfeld M., Sachse Ch. (2011), *Conservative Reductionism*, Routledge, New York, London.
- Farajollahi H., Luckock H. (2006), *Dirac Observables and the Phase Space of General Relativity*, „General Relativity and Gravitation” 34 (10): 1685–1699.
- Feigl H. (1970), *The ‘Orthodox’ View of Theories: Remarks in Defense as well as Critique*, [w:] *Analyses of Theories and Methods of Physics and Psychology, volume 4 of Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, M. Radner, S. Winokur, (red.), University of Minnesota Press, Minneapolis: 3–16.
- Feigl H. (1975), *Russell and Schlick: A Remarkable Agreement on a Monistic Solution of the Mind-Body Problem*, „Erkenntnis” 9 (1): 11–34.
- Field H. (1989), *Realism, Mathematics, and Modality*, Blackwell, Oxford.
- Forrest P. (2010), *The Identity of Indiscernibles*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/identity-indiscernible>, (dostęp: 15.05.2019).

- French S. (1997), *Partiality, Pursuit and Practice* [w:] *Structures and Norms in Science*, M. Dalla Chiara, K. Doets, D. Mundici, J. van Benthem (red.), Springer Science+Business Media, Dordrecht: 35–52.
- French S. (2000), *The Reasonable Effectiveness of Mathematics: Partial Structures and the Application of Group Theory to Physics*, „Synthese” 125: 103–120.
- French S. (2001), *Getting out of the Hole: Identity, Individuality and Structuralism in Space-Time Physics*, „Philosophica” 67: 11–29.
- French S. (2003), *Scribbling on the blank sheet: Eddington’s structuralist conception of objects*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 34: 227–259.
- French S. (2006), *Structure as a Weapon of the Realist*, „Proceedings of the Aristotelian Society” 106: 169–187.
- French S. (2010a), *Keeping quiet on the ontology of models*, „Synthese” 172: 231–249.
- French S. (2010b), *The interdependence of structure, objects and dependence*, „Synthese” 175: 89–109.
- French S. (2014), *The Structure of The World. Metaphysics and Representation*, Oxford University Press, Oxford.
- French S. (2015), *Identity and Individuality in Quantum Theory*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/qt-idind/#Non-Ind>, (dostęp: 20.07.2019).
- French S. (2018), *O zanikaniu obiektów fizycznych* [w:] *Spór o realizm naukowy. Mała antologia*, M. Kotowski (red.), tł. M. Woszczyk, M. Kotowski, Oficyna Naukowa PFF, Wrocław: 177–198.
- French S. (2019), *Defending eliminative structuralism and a whole lot more (or less)*, „Studies in History and Philosophy of Science Part A” 74: 22–29.
- French S. Krause D., *Identity in Physics: A Historical, Philosophical and Formal Analysis*, Clarendon Press, Oxford.
- French S., Ladyman J. (1997), *Superconductivity and Structures: Revisiting the London Account*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 28 (3): 363–393.
- French S., Ladyman J. (1999), *Reinflating the semantic approach*, „International Studies in the Philosophy of Science” 13 (2): 103–121.
- French S., Ladyman J. (2003), *Remodelling Structural Realism: Quantum Physics and the Metaphysics of Structure*, „Synthese” 136: 31–56.
- French S., Rickles D. (2003), *Understanding permutation symmetry*, [w:] *Symmetries in Physics*, K. Brading, E. Castellani (red.), Cambridge University Press, Cambridge, 212–238.
- Friedman M. (1983), *Foundations of Space-Time Theories*, Princeton University Press, Princeton.
- Friedman M. (1999), *Reconsidering Logical Positivism*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Friedman M. (2005a), *Ernst Cassirer and the philosophy of science*, [w:] *Continental Philosophy of Science*, G. Gutting (red.), Blackwell Publishing, New Jersey.

- Friedman M. (2005b), *Ernst Cassirer and Contemporary Philosophy of Science*, „Angelaki: Journal of the Theoretical Humanities” 10 (1): 119-128.
- Frigg R. (2012), *Models in Science*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/models-science/#OntWhaMod>, (dostęp: 15.08.2019).
- Frigg R, Votsis I. (2011), *Everything you always wanted to know about structural realism but were afraid to ask*, „European Journal Philosophy of Science” 1: 227–276.
- Geroch R. (1972), *Einstein Algebras*, „Communications in Mathematical Physics” 26: 271–275.
- Gherab-Martin K. (2013), *From structuralism to neutral monism in Arthur S. Eddington's philosophy of physics*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 44: 500–512.
- Ghins M. (2002), *Putnam's No-Miracle Argument: a Critique* [w:] *Recent Themes in the Philosophy of Science*, S. Clarke, T. Lyons (red.), Springer Science+Business Media, Dordrecht, 121–138.
- Giedymin J. (1982), *Science and Convention*, Pergamon Press, Oxford.
- Giere R., (2004), *How Models Are Used to Represent Reality*, „Philosophy of Science” 71 (5): 742–752.
- Giles R. (1981), *Reconstruction of gauge potentials from Wilson loops*, „Physical Review D”, 24 (8): 2160–2168.
- Gillman L., Jerison M., (1960), *Rings of Continuous Functions*, D. Van Nostrand Company, Princeton.
- Giovanelli M. (2014), *'But one must not legalize the mentioned sin': Phenomenological vs. dynamical treatments of rods and clocks in Einstein's thought*, „Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 48: 20–44.
- Gisin N. (2018), *Why Bohmian Mechanics? One- and Two-Time Position Measurements, Bell Inequalities, Philosophy, and Physics*, „Entropy” 20: 105.
- Glick, D. (2016), *Minimal Structural Essentialism*, [w:] *Individuals Across the Sciences*, A. Guay, T. Pradeu (red.), Oxford University Press, Oxford, 207–225.
- Glick D. (2018), *Generalism and the Metaphysics of Ontic Structural Realism*, „The British Journal for the Philosophy of Science”, axy008, <https://doi.org/10.1093/bjps/axy008>.
- Głowala M. (2012), *Pojedynczość. Spór o zasadę indywidualizacji w scholastyce*, Oficyna Naukowa PFF, Wrocław.
- Goldman A. (2007), *A Program for 'Naturalizing' Metaphysics, with Application to the Ontology of Events*, „The Monist” 90: 457–479.
- Gołosz J. (1999), *On Field's argument for substantivalism*, „International Studies in the Philosophy of Science” 13 (1): 5–16.

- Gołosz J. (2001), *Spór o naturę czasu i przestrzeni. Wybrane zagadnienia filozofii czasu i przestrzeni Johna Earmana*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Gołosz J. (2005), *Structural Essentialism and Determinism*, „Erkenntnis” 63: 73–100.
- Gower B. (2000), *Cassirer, Schlick and ‘structural’ realism: the philosophy of the exact sciences in the background to early logical empiricism*, „The British Journal for the History of Philosophy” 8(1): 71–106.
- Gracia J. (1994), *Individuation in Scholasticism: The Later Middle Ages and the Counter-reformation (1150-1650)*, State University of New York Press, New York.
- Grünbaum A. (1977), *Absolute and Relational Theories of Space and Space-Time*, [w:] *Foundations of Space-Time Theories*, J. Earman, C. Glymour, J. Stachel (red.), University of Minnesota Press, Minneapolis: 303–373.
- Hall N. (2010), *David Lewis’s Metaphysics*, <https://plato.stanford.edu/entries/lewis-metaphysics/#PerNatProRel>, [dostęp: 21.12.2019].
- Hall N. (2015), *Humean Reductionism about Laws of Nature*, [w:] *A Companion to David Lewis*, B. Loewer, J. Schaffer (red.), John Wiley & Sons, Inc., New Jersey: 262–277.
- Halvorson H. (2012), *What Scientific Theories Could Not Be*, „Philosophy of Science” 79 (2):183–206.
- Halvorson H. (2016), *Scientific Theories*, [w:] P. Humphreys (red.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Science*, Oxford University Press, Oxford: 585–608.
- Harman G. (1965), *The Inference to the Best Explanation*, „The Philosophical Review” 74: 88–95.
- Hartle J. (2003), *Gravity*, Addison Wesley, San Francisco.
- Hartz G., Cover J. (1988), *Space and Time in the Leibnizian Metaphysic*, „Noûs” 22 (4): 493–519.
- Hawking S., G. Ellis (1973), *The Large Scale Structure of Space-Time*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hawley K. (2006), *Weak Discernibility*, „Analysis” 66 (4): 300–303.
- Healey R. (1995), *Substance, Modality and Spacetime*, „Erkenntnis” 42: 287–316.
- Healey R. (2001), *On the Reality of Gauge Potentials*, „Philosophy of Science” 68 (4): 432–455.
- Heil J. (2003), *From an Ontological Point of View*, Clarendon Press, Oxford.
- Heis J. (2014), *Realism, functions, and the a priori: Ernst Cassirer’s philosophy of science*, „Studies in History and Philosophy of Science” 48: 10 – 19.
- Held C. (2011), *Truth does not explain predictive success*, „Analysis” 71 (2): 232–234.
- Heller, M. (1991), *Osobliwy wszechświat*, PWN, Warszawa.
- Heller, M. (1993), *Fizyka ruchu i czasoprzestrzeni*, Warszawa, PWN.
- Heller M. (2004), *Nieprzemienna unifikacja dynamiki i prawdopodobieństwa*, „Filozofia Nauki” 12/1: 7–17.
- Heller M. (2012), *Filozofia i wszechświat*, Universitas, Kraków.

- Hempel C. (1952), *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*, University of Chicago Press, Chicago.
- Hempel C. (1965), *Aspects of Scientific Explanation*, NY: Free Press, New York.
- Hempel C. (1970), *On the 'Standard Conception' of Scientific Theories*, [w:] *Theories & Methods of Physics and Psychology. Minnesota Studies in the Philosophy of Science vol. IV*, M. Radner, S. Winokur (red.), University of Minnesota Press, Minneapolis, 142–163.
- Hempel C., Oppenheim P., (1948), *Studies in the Logic of Explanation*, „Philosophy of Science” 15 (2): 135–175.
- Henneaux M., Teitelboim C. (1992), *Quantization of Gauge Systems*, Princeton University Press, Princeton.
- Hilbert D., Bernays P. (1968), *Grundlagen der Mathematik Vol. 1.*, Springer-Verlag, Berlin.
- Hilbert D., Hugget N. (2006), *Groups in Mind*, „Philosophy of Science” 73: 765–777.
- Hofer C. (1996), *The Metaphysics of Space-Time Substantivalism*, „The Journal of Philosophy” 93 (1): 5–27.
- Hofer C. (1998), *Absolute versus Relational Spacetime: For Better or Worse, the Debate Goes on*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 49 (3): 451–467.
- Hofer C. (2000), *Energy Conservation in GTR*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 31 (2): 187–199.
- Horwich P. (1978), *On the Existence of Time, Space and Space-Time*, „Noûs” 12 (4): 397–419.
- Howson C. (2013), *Exhuming the No-Miracles Argument*, „Analysis” 73 (2): 205–211.
- Hugget N. (2006), *The Regularity Account of Relational Spacetime*, „Mind” 115 (457): 41–73.
- Hugget N. (2008), *Why the Parts of Absolute Space are Immobile*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 59: 391–407.
- Hugget N., Norton J., (2014), *Weak Discernibility for Quanta, the Right Way*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 65: 39–58.
- Huggett N., Wüthrich Ch. (2013), *Emergent spacetime and empirical (in)coherence* „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 44: 276–285.
- Ihmig K.-N. (1999), *Ernst Cassirer and the Structural Conception of Objects in Modern Science: The Importance of the 'Erlanger Programm'*, „Science in Context” 12 (4): 513–529.
- Ingarden R. (1987), *Spór o istnienie świata*, PWN, Warszawa.
- Ivanova M. (2015), *Conventionalism, structuralism and neo-Kantianism in Poincaré's philosophy of science*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 52: 114–122.
- Jackson F. (1995), *Essentialism, Mental Properties and Causation*, „Proceedings of the Aristotelian Society New Series” 95: 253–268.
- Jannsen M. (2002), *COI Stories: Explanation and Evidence in the History of Science*, „Perspectives on Science” 10 (4): 457–522.

- Jauernig A. (2008), *Leibniz on Motion and the Equivalence of Hypotheses*, „The Leibniz Review” 18: 1–40.
- Jones O. (1964), *Identity and countability*, „Analysis” 24 (6): 201–206.
- Kant I. (2010), *Dzieła zebrane, t.I: Pisma przedkrytyczne*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Kaplan D. (1975), *How to Russell a Frege-Church*, „The Journal of Philosophy” 72 (19), 716–729.
- Keränen J. (2001), *The Identity Problem for Realist Structuralism*, „Philosophia Mathematic” 9: 308–330.
- Ketland J. (2004), *Empirical Adequacy and Ramsification*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 55 (2): 287–300.
- Kilmister C. (1994), *Eddington's Search for a Fundamental Theory: A Key to the Universe*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kim J. (2006), *Emergence: Core ideas and issues*, „Synthese” 151: 547–559.
- Knox, E. (2019), *Physical relativity from a functionalist perspective*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 67: 118–124.
- Kopczyński W., Trautman A. (1984), *Czasoprzestrzeń i grawitacja*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Kotowski M. (2014), *O rozwoju realizmu naukowego jako selektywnego sceptycyzmu*, „Filozofia Nauki” 87: 105–123.
- Kotowski M. (2016), *Realizm zreformowany. Filozofia Iana Hackinga a spór o status poznawczy wiedzy naukowej*, Oficyna Naukowa PFF, Wrocław.
- Krause D. (2005), Krause, D. (2005), *Structures and Structural Realism*, „Logic Journal of the IGPL” 13(1): 113–126.
- Krause D., Arenhart J., Moraes F. (2011), *Axiomatization and Models of Scientific Theories*, „Foundations of Science” 16: 363–382.
- Ladyman J. (2001), *Science, Metaphysics and Structural Realism*, „Philosophica” 67: 57–76.
- Ladyman J. (2004), *Constructive Empiricism and Modal Metaphysics: A Reply to Monton and van Fraassen*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 55: 755–765.
- Ladyman J. (2014), *Structural realism*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/structural-realism>, [dostęp: 18.06.2019].
- Ladyman J. (2016a), *The Foundations of Structuralism and the Metaphysics of Relations*, [w:] *The Metaphysics Relations*, A. Marmodoro, D. Yates (red.), Oxford University Press, Oxford: 177–197.
- Ladyman J. (2016b), *Are There Individuals in Physics, and If So, What Are They?*, [w:] A. Guay, T. Pradeu (red.), *Individuals Across the Sciences*, Oxford University Press, Oxford, 193–206.
- Ladyman J. (2018), *Czym jest realizm strukturalny?*, [w:] *Spór o realizm naukowy. Mała antologia*, M. Kotowski (red.), tł. R. Rydz, Oficyna Naukowa PFF, Wrocław: 199–218.

- Ladyman J. (2019), *Introduction: Structuralists of the world unite*, „Studies in History and Philosophy of Science Part A” 74: 1–3.
- Ladyman J., Ross D., *et al.* (2007), *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*, Oxford University Press, Oxford.
- Lam V. (2011), *Gravitational and Nongravitational Energy: The Need for Background Structures*, „Philosophy of Science” 78: 1012–1024.
- Lam V., Esfeld M. (2012), *The Structural Metaphysics of Quantum Theory and General Relativity*, „Journal for General Philosophy of Science” 43: 243–258.
- Lam V., Wüthrich C. (2015), *No Categorial Support for Radical Ontic Structural Realism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 66: 605–634.
- Lam, V. and Wüthrich C. (2018), *Spacetime is as spacetime does*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 64: 39–51.
- Landry E. (2007), *Shared structure need not be shared set-structure*, „Synthese” 158: 1–17.
- Landry E. (2012), *Methodological Structural Realism*, [w:] *Structural Realism*, Springer, E. Landry, D. Rickles (red.), Dordrecht, 29–58.
- Landry E. (2017), *Structural Realism and Category Mistakes*, [w:] *Categories for the Working Philosopher*, E. Landry (red.), Oxford University Press, Oxford: 430–450.
- Landry E., Marquis J., (2005), *Categories in Context: Historical, Foundational, and Philosophical*, „Philosophia Mathematica” 13: 1–43.
- Langton R. (2007), *Kantian humility. Our ignorance of things in themselves*, Oxford: Oxford University Press.
- Laudan L. (2018), *Obalenie realizmu konwergentnego*, [w:] *Spór o realizm naukowy. Mała antologia*, tł. M. Kotowski, M. Kotowski (red.), Oficyna Naukowa PFF, Wrocław: 29– 66.
- Lawvere W., Schanuel S. (2009), *Conceptual Mathematics: A First Introduction to Categories*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lazarovici D. (2018), *Super-Humeanism: A starving ontology*, „Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 64: 79–86.
- Lehmkuhl D. (2011), *Mass–Energy–Momentum: Only there Because of Spacetime?*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 62: 453–488.
- Lehmkuhl D. (2014), *Why Einstein did not believe that general relativity geometrizes gravity*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 46: 316–326.
- Lehmkuhl D. (2018), *The Metaphysics of Super-Substantivalism*, „Noûs” 52: 24–46.
- Leibniz G.W. (1969), *Wyznanie wiary filozofa, Rozprawa metafizyczna, Monadologia, Zasady natury i laski*, tł. S. Cichowicz, J. Domański, H. Krzeczkowski, H. Moese, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Leibniz G.W. (1989), *Philosophical Papers and Letters*, tł. L. Loemker, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

- Levi-Civita T. (1916), *Nozione di Parallelismo in Una Varieta Qualunque e Conseguente Specificazione Geometrica della Curvatura Riemanniana*, „Adunanza” 24: 173–204.
- Lewis D. (1983), *New work for a theory of universals*, „Australasian Journal of Philosophy” 61: 343–377.
- Lewis D. (1986a), *On the Plurality of Worlds*, Blackwell, Oxford.
- Lewis D. (1986b), *Philosophical Papers II*, Oxford University Press, Oxford.
- Lewis D. (2001), *Counterfactuals*, Blackwell Publishers, Oxford.
- Lipton P. (2004), *Inference to the Best Explanation*, Routledge, New York, London.
- London F., London H. (1935), *The Electromagnetic Equations of the Supraconductor*, „Proceedings of the Royal Society A” 149: 71–88.
- Longair M. (2013), *Quantum Concepts in Physics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Losee J. (2001), *Wprowadzenie do filozofii nauki*, tł. T. Bigaj, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Lovejoy A. (1930), *The Revolt Against Dualism*, Open Court Publishing Company, Chicago.
- Lowe J. (1994), *Primitive Substances*, „Philosophy and Phenomenological Research” 54 (3): 531–552.
- Lowe J. (2016), *Non-Individuals*, [w:] *Individuals Across the Sciences*, A. Guay, T. Pradeu (red.), Oxford University Press, Oxford: 49–60.
- Lusanna L. (1995), *Hamiltonian constraints and Dirac's observables: from relativistic particles towards field theory and general relativity*, URL=<https://arxiv.org/abs/hep-th/9501112>, [dostęp: 17.06.2019].
- Luty D. (2020), *Sensy obiektywności. Henri Poincaré i Ernst Cassirer w kontekście realizmu strukturalnego*, „Diametros”: 1–17.
- Łukasik A. (2006), *Filozofia atomizmu. Atomistyczny model świata w filozofii przyrody, fizyce klasycznej i współczesnej a problem elementarności*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Łukasik A. (2009), *Atomizm dawniej i dziś. O niewspółmierności ontologicznej klasycznego i kwantowo-mechanicznego pojęcia elementarnych składników materii*, „Studia Philosophiae Christianae” 45(1): 133–162.
- Łukasik A. (2013), *Przestrzeń w fizyce. Podstawowe koncepcje*, „Ethos” 26(4): 19–45.
- Lyre H. (1999), *Gauges, Holes, and their 'Connections'*, URL=<https://arxiv.org/abs/gr-qc/9904036>, [dostęp: 17.06.2019].
- MacBride F. (2016), *Relations*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/relations/>, [dostęp: 20.08.2019].
- MacLeod R. (1982), *The 'bankruptcy of science' debate: the creed of science and its critics, 1885 – 1900*, „Science, Technology and Human Values” 41 (7): 2–15.
- Magnus P., Callender C. (2004), *Realist Ennui and the Base Rate Fallacy*, „Philosophy of Science” 71 (3): 320–338.
- Maidens, A. (1993), *Substantivalism and the hole argument*, niepublikowana praca doktorska, University of Cambridge.

- Maidens A. (1998), *Particles and the Perversely Philosophical Schoolchild: Rigid Designation, Haecceitism and Statistics*, „Teorema: Revista Internacional de Filosofia” 17 (1): 75–87.
- Malament D. (2012), *Topics in the Foundations of General Relativity and Newtonian Gravitation Theory*, University of Chicago Press, Chicago.
- Maudlin T. (1988), *The Essence of Space-Time*, „Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association Volume Two: Symposia and Invited Papers”: 82–91.
- Maudlin T. (1990), *Substances and Space-Time: What Aristotle Would Have Said to Einstein*, „Studies in History and Philosophy of Science Part A” 21 (4): 531–561.
- Maudlin T. (1993), *Buckets of Water and Waves of Space: Why Space-Time is Probably a Substance*, „Philosophy of Science” 60: 183–203.
- Maudlin T. (2007), *The Metaphysics Within Physics*, Oxford University Press, Oxford.
- Maudlin T. (2012), *Philosophy of Physics: Space and Time*, Princeton University Press, Princeton.
- Maurin A. (2018), *Tropes*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/tropes/>, [dostęp: 15.05.2019].
- Maxwell G. (1962), *The ontological status of theoretical entities*, „Minnesota studies in the philosophy of science” 3: 1–27.
- Maxwell G. (1970), *Structural realism and the Meaning of Theoretical Terms*, „Minnesota Studies in the Philosophy of Science” 4: 181–192.
- McArthur D. (2007), *Recent debates over structural realism*, „Journal for General Philosophy of Science” 37: 209–224.
- McDonough J. (2016), *Leibniz and the Foundations of Physics: The Later Years*, „Philosophical Review” 125 (1): 1–34.
- McDonough J. (2019), *Leibniz’s Philosophy of Physics*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/leibniz-physics/>, [dostęp: 18.09.2019].
- McGuire J. (1978), *Newton on Place, Time, and God: An Unpublished Source*, „The British Journal for the History of Science” 11 (2): 114–129.
- McGuire J. (1995), *Tradition and Innovation*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- McKittrick J. (2004), *Are Dispositions Causally Relevant?*, „Synthese” 144: 357–371.
- McLaughlin B. (1997), *Emergence and Supervenience*, „Intellectica” 25 (2): 25–43.
- McLaughlin B. (2018), *Supervenience*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/supervenience/>, [dostęp: 20.10.2019].
- Melia J. (1999), *Holes, Haecceitism and Two Conceptions of Determinism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 50: 639–664.
- Melia J., Saatsi J. (2006), *Ramseyfication and Theoretical Content*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 57 (3): 561–585.
- Melnyk A. (2013), *Can Metaphysics Be Naturalized? And If So, How?*, [w:] *Scientific Metaphysics*, Oxford University Press, Oxford: 79–95.

- Misner Ch., Thorne K., Wheeler J. (1973), *Gravitation*, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Mizrahi M. (2013), *The pessimistic induction: a bad argument gone too far*, „Synthese” 190: 3209–3226.
- Møller-Nielsen T. (2015), *Symmetry and Qualitativity*, [w:] *Metaphysics in Contemporary Physics*, T. Bigaj, Ch. Wüthrich (red.), Brill Lodopi, Leiden: 179–214.
- Monton B. (2017), *Constructive Empiricism*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/constructive-empiricism/>, [dostęp: 14.10.2019].
- Morgan M. (1999), *Learning from models*, [w:] *Models as Mediators*, M. Morgan, M. Morrison (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 347–388.
- Morganti M. (2004), *On the Preferability of Epistemic Structural Realism*, „Synthese” 142: 81–107.
- Morganti M. (2011), *Is There a Compelling Argument for Ontic Structural Realism?*, „Philosophy of Science” 78 (5):1165–1176.
- Moriyasu K. (1983), *An Elementary Primer for Gauge Theory*, World Scientific, Singapore.
- Mormann T. (2007), *The Structure of Scientific Theories in Logical Empiricism* [w:] *The Cambridge Companion to Logical Empiricism*, A. Richardson, T. Uebel (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 136–164.
- Moss G. (2015), *Ernst Cassirer and the Autonomy of Language*, Lexington Books, New York.
- Moynahan G. (2013), *Ernst Cassirer and the Critical Science of Germany 1899-1901*, Anthem Press, London.
- Mukhanov V. (2005), *Physical Foundations of Cosmology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Muller F. (2011a), *Withering away, weakly*, „Synthese” 180 (2): 223-233.
- Muller F. (2011b), *How to defeat Wüthrich’s abysmal embarrassment argument against space-time structuralism*, „Philosophy of Science” 78 (5): 1046-1057.
- Muller F., Saunders S. (2008), *Discerning Fermions*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 59: 499–548.
- Mumford S. (2004), *Laws in Nature*, Routledge, New York, London.
- Musgrave A. (2018), *Ostateczny argument za realizmem naukowym*, [w:] *Spór o realizm naukowy. Mała antologia*, M. Kotowski (red.), tł. M. Kacperak, Oficyna Naukowa PFF, Wrocław: 89–116.
- Nagata J. (1985), *Modern General Topology*, North-Holland, Amsterdam.
- Nakayama Y. (2015), *Scale invariance vs conformal invariance*, „Physics Reports” 569: 1–93.
- Nerlich G. (2005), *Can Parts of Space Move? On Paragraph Six of Newton’s Scholium*, „Erkenntnis” 62: 119–135.

- Nerlich G. (2010), *Why Spacetime is Not a Hidden Cause: A Realist Story*, [w:] *Space, Time, and Spacetime: Physical and Philosophical Implications of Minkowski's Unification of Space and Time*, V. Petkov (red.), Springer, Heidelberg: 181–208.
- Newman M. H. (1928), *Mr. Russel's Causal Theory of Perception*, „Mind” 146: 137–148.
- Newman M. (2005), *Ramsey Sentence Realism as an Answer to the Pessimistic Meta-Induction*, „Philosophy of Science” 72: 1373–1384.
- Newton I. (2004), *Philosophical Writings*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Newton I. (2015), *Matematyczne zasady filozofii naturalnej*, tł. S. Brzezowski, Copernicus Center Press, Kraków.
- Ney A. (2012), *Neo-Positivist Metaphysics*, „Philosophical Studies” 160: 53–78.
- Niiniluoto I. (2002), *Critical Scientific Realism*, Oxford University Press, Oxford.
- Nodelman U., Zalta E. (2014), *Foundations for Mathematical Structuralism*, „Mind” 123 (489): 39–78.
- Norton J. (1988), *The Hole Argument*, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association”: 56–64.
- Norton J. (2003), *General covariance, gauge theories, and the Kretschmann objection*, [w:] *Symmetries in Physics*, K. Brading, E. Castellani (red.), Cambridge University Press, Cambridge, 110–123.
- O'Connor T., Wong H.Y., (2005), *The Metaphysics of Emergence*, „Noûs” 39 (4): 658–678.
- Ohanian H. (1976), *Gravitation and Spacetime*, W.W. Norton & Company, New York.
- O’Raifeartaigh L. (1986), *Group Structure of Gauge Theories*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pauli W. (1958), *Theory of Relativity*, Pergamon Press, London.
- Petkov V. (2006), *Is There an Alternative to the Block Universe View?*, [w:] *The Ontology of Spacetime*, D. Dieks (red.), Elsevier, Amsterdam.
- Poincaré H. (1905), *Science and Hypothesis*, The Walter Scott Publishing Company, New York.
- Poincaré H. (1958), *The Value of Science*, Dover Publications, New York.
- Pollok K. (2010), *The ‘Transcendental Method’: On the Reception of the Critique of Pure Reason in Neo-Kantianism*, [w:] *The Cambridge Companion to Kant’s Critique of Pure Reason*, P. Guyer (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 346–379.
- Pooley O. (2006), *Points, particles, and structural realism*, [w:] *The Structural Foundations of Quantum Gravity*, D. Rickles, S. French, J. Saatsi (red.), Oxford University Press, Oxford: 83–120.
- Pooley O. (2013), *Substantivalist and Relationalist Approaches to Spacetime*, [w:] *The Oxford Handbook of Philosophy of Physics*, R. Batterman (red.), Oxford University Press, Oxford.
- Post, H. (1963), *Individuality and physics*, „The Listener”: 534–537.
- Przełęcki M. (1969), *The Logic of Empirical Theories*, Routledge & Kegan Paul, London.

- Przełęcki M. (1993), *Dwa podejścia do logicznej struktury teorii: teoriomnogościowe versus teoriomodelowe*, „Filozofia Nauki” 2 – 3: 237–251.
- Psillos S. (1999), *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, Routledge, New York, London.
- Psillos S. (2006), *The Structure, the Whole Structure, and Nothing but the Structure?*, „Philosophy of Science” 73 (5): 560–570.
- Psillos S. (2009), *Knowing the Structure of Nature. Essays on Realism and Explanation*, Palgrave Macmillan, Houndmills.
- Psillos S. (2015), *Conventions and Relations in Poincaré’s Philosophy of Science*, „Methode” 4: 98–140.
- Puntel L. (2008), *Structure and Being*, Pennsylvania State University Press, Pennsylvania.
- Putnam H. (1975), *Mind, Language and Reality Philosophical Papers Volume 2*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Putnam H. (2011), *Argument teoriomodelowy a poszukiwanie realizmu zdroworozsądkowego*, tł. K. Czerniawski, T. Szubka, „Filozofia Nauki” 19 (1): 7–24.
- Putnam H. (2013), *Wiele twarzy realizmu i inne eseje*, tł. A. Grobler, PWN, Warszawa.
- Quine W. V. (1969), *Ontological Relativity and Other Essays*, Columbia University Press, New York.
- Quine W. V. (1982), *Theories and Things*, Harvard University Press, Cambridge.
- Quine W. V. (2000), *Dwa dogmaty empiryzmu*, [w:] *Z punktu widzenia logiki. Dziewięć esejów logiczno-filozoficznych*, tł. B. Stanosz, Warszawa, Aletheia: 49–75.
- Redhead M. (2001), *The Intelligibility of the Universe*, „Royal Institute of Philosophy Supplement” 48: 73–90.
- Reichenbach H. (1958), *The philosophy of space and time*, Dover Publications, New York.
- Reichenbach H. (1969), *Axiomatization of the Theory of Relativity*, University of California Press, Berkeley.
- Resnik M. (1997), *Mathematics as a Science of Patterns*, Clarendon Press, Oxford.
- Rickles D. (2007), *Symmetry, Structure and Spacetime*, Elsevier, Amsterdam.
- Robb. A (1914), *Theory of Time and Space*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Roberts J. (2003), *Leibniz on Force and Absolute Motion*, „Philosophy of Science” 70 (3): 553–573.
- Roberts J. (2008), *The Law-Governed Universe*, Oxford University Press, Oxford.
- Roberts B. (2011), *Group Structural Realism*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 62: 47–69.
- Robinson H. (2018), *Substance*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/substance/>, [dostęp: 10.10.2019].
- Rodzeń J. (2006), *Co to jest „argument z cudu”? Próba obrony realizmu naukowego oparta na fakcie sukcesu nauki*, „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce” 38: 3–34.
- Roeper P. (1997), *Region-based topology*, „Journal of Philosophical Logic” 26 (3): 251–309.

- Rovelli C. (1997), *Halfway through the woods: contemporary research on space and time*, [w:] *The Cosmos of Science*, J. Earman, J. Norton, (red.), University of Pittsburgh Press, Pittsburgh: 180–223.
- Rovelli C. (2002), *Partial observables*, „Physical Review” D65, 124013.
- Rovelli C. (2004), *Quantum Gravity*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Russell B. (1995), *An inquiry into meaning and truth*, Routledge, New York, London.
- Russell B. (2007), *The Analysis of Matter*, Russell Press, Nottingham.
- Ryckman T. (1999), *Einstein, Cassirer, and General Covariance—Then and Now*, „Science in Context” 12: 585–619.
- Ryckman T. (2005), *The Reign of Relativity: Philosophy in Physics 1915–1925*, Oxford University Press, Oxford.
- Rynasiewicz R. (1992), *Rings, holes and substantivalism: On the program of Leibniz algebras*, „Philosophy of Science” 59 (4): 572–589.
- Rynasiewicz R. (1994), *The lessons of the hole argument*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 45 (2): 407–436.
- Rynasiewicz R. (1995), *By Their Properties, Causes and Effects: Newton's Scholium on Time, Space, Place and Motion - II. The context*, „Studies in History and Philosophy of Science Part A” 26 (2): 295–321.
- Rynasiewicz R. (1996), *Absolute versus relational space-time: An outmoded debate*, „Journal of Philosophy” 93 (6): 279–306.
- Rynasiewicz R. (2000), *On the Distinction between Absolute and Relative Motion*, „Philosophy of Science” 67 (1): 70–93.
- Saatsi J. (2005), *On the Pessimistic Induction and Two Fallacies*, „Philosophy of Science” 72 (5): 1088–1098.
- Saatsi J. (2010), *Whence ontological structural realism?*, [w:] *EPSA Epistemology and Methodology of Science*, Suárez M, Dorato M., Rédei M. (red.), Springer, Dordrecht: 255–266.
- Sady W. (2013), *Spór o racjonalność naukową: od Poincarégo do Laudana*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Saunders S. (1997), *Naturalizing Metaphysics*, „The Monist” 80: 44–69.
- Saunders S. (2003a), *Indiscernibles, General Covariance, and Other Symmetries: The Case for Non-Reductive Relationalism*, [w:] *Revisiting the Foundations of Relativistic Physics*, J. Renn, L. Divarci, P. Schroeter (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 151–174.
- Saunders S. (2003b), *Physics and Leibniz's principles*, [w:] *Symmetries in Physics*, K. Brading, E. Castellani (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 289–308.
- Saunders S. (2006), *Are Quantum Particles Objects?*, „Analysis” 66 (1): 52–63.
- Saunders S., McKenzie K. (2015), *Structure and Logic*, [w:] *Physical Theory*, L. Sklar (red.), Oxford University Press, Oxford: 127–162.

- Scholz E. (2016), *The problem of space in the light of relativity: The views of H. Weyl and E. Cartan*, [w:] *Eléments d'une biographie de l'espace mathématique*, L. Bioesmat-Martagon (red.), Edition Universitaire de Lorraine, Nancy: 255–312.
- Scholz E. (2018), *Weyl's search for a difference between 'physical' and 'mathematical' automorphisms*, „Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 61: 57–67.
- Schrödinger E. (2014), *Nature and the Greeks and Science and Humanism*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Schutz G. (1995), *Wstęp do ogólnej teorii względności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Shapiro S. (1997), *Philosophy of Mathematics: Structure and Ontology*, Oxford University Press, Oxford.
- Simons P. (2000), *Identity Through Time and Trope Bundles*, „Topoi” 19: 147–155.
- Sklar L. (1974). *Space, Time, and Spacetime*, University of California Press, Berkeley.
- Skow B. (2007), *Sklar's Maneuver*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 58 (4): 777–786.
- Slowik E. (2016), *The Deep Metaphysics of Space*, Springer, Dordrecht.
- Smolin L. (2001), *Three Roads to Quantum Gravity*, Basic Books, New York.
- Sneed J. (1979), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.
- Sprenger J. (2016), *The probabilistic no miracles argument*, „European Journal for Philosophy of Science” 6: 173–189.
- Stachel J. (1993), *The meaning of general covariance: The hole story*, [w:] *Philosophical Problems of the Internal and External Worlds: Essays on the Philosophy of Adolf Grünbaum*, J. Earman, A. Janis, G. Massey (red.), University of Pittsburgh Press, Pittsburgh: 129–160.
- Stachel J. (2002), *'The relations between things' versus 'the things between relations': The deeper meaning of the hole argument*, [w:] *Reading Natural Philosophy: Essays in the History and Philosophy of Science and Mathematics*, D. Malament (red.), Open Court, Chicago: 231–266.
- Stachel J. (2005), *Structural Realism and Contextual Individuality*, [w:] *Hilary Putnam*, Y. Ben-Menahem (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 203–219.
- Stachel J. (2006), *Structure, Individuality, and Quantum Gravity*, [w:] *The Structural Foundations of Quantum Gravity*, D. Rickles, S. French, J. Saatsi (red.), Oxford, New York: 53–82.
- Stachel J. (2014), *The Hole Argument and Some Physical and Philosophical Implications*, „Living Reviews in Relativity” 17: 1–66.
- Stegmüller W. (1976), *The Structure and Dynamics of Theories*, Springer, New York.
- Stein H. (1967), *Newtonian space-time*, „Texas Quarterly” 10: 174–200.

- Stein H. (1977), *On Space-Time Ontology: Extracts From a Letter to Adolf Grünbaum* [w:] *Foundations of Space-Time Theories*, University of Minnesota Press, J. Earman, C. Glymour, J. Stachel (red.), University of Minnesota Press, Minneapolis: 374–402.
- Stein H. (1989), *Yes, but... Some Skeptical Remarks on Realism and Anti-Realism*, „Dialectica” 43: 47–65.
- Stephani H. (1990), *General Relativity: An Introduction to the Theory of Gravitational Field*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Stephani H. et al. (2003), *Exact Solutions of Einstein's Field Equations*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Strawson G. (2008), *The identity of the categorical and the dispositional*, „Analysis” 68 (4): 271–282.
- Stubenberg L. (2016), *Neutral Monism*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/neutral-monism/>, [dostęp: 28.09.2019].
- Suárez M. (1999), *The role of models in the application of scientific theories: epistemological implications*, [w:] *Models as Mediators*, M. Morgan, M. Morrison (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 168–195.
- Suppe F. (1977), *The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories*, [w:] *The Structure of Scientific Theories*, F. Suppe (red.), University of Illinois Press, Urbana & Chicago: 3–243.
- Suppe F. (1989), *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, University of Illinois Press, Urbana & Chicago.
- Suppes P. (1957), *Introduction to Logic*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Suppes P. (1962), *Models of Data*, [w:] *Logic, Methodology, and Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress*, E. Nagel, P. Suppes, A. Tarski (red.), Stanford University Press, Stanford: 252–261.
- Suppes P. (1967), *What is a Scientific Theory?*, [w:] *Philosophy of Science Today*, S. Morgenbesser (red.), Basic Book, New York: 55–67.
- Suppes P. (1972), *Axiomatic Set Theory*, D. Van Nostrand Company, New York.
- Suppes P. (2002), *Representation and Invariance of Scientific Structures*, CSLI Publications, Stanford.
- Szlachcic K. (2011), *Prawda w perspektywie konwencjonalistycznej. Pierwsze historyczne diagnozy* [w:] D. Leszczyński (red.), *Prawda*, Wrocław, 345–361.
- Szumilewicz I. (1978), *Poincaré*, Państwowe Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Szydłowski M., Tambor P. (2016), *Relacjonizm i substancjalizm w kontekście teorii grawitacji i kosmologii*, „Przegląd Filozoficzny. Nowa Seria” 25 (4): 225–244.
- Tahko T., Lowe J. (2015), *Ontological Dependence*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/dependence-ontological/>, [dostęp: 25.10.2019].
- Tegmark M. (2008), *The Mathematical Universe*, „Foundations of Physics” 38: 101–150.

- Teller P. (1991), *Substance, Relations, and Arguments about the Nature of Space-Time*, „The Philosophical Review” 100 (3): 363–397.
- Torretti R. (1984), *Philosophy of Geometry from Riemann to Poincaré*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.
- Torretti R. 1999, *The philosophy of physics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Urbański M. (2009), *Rozumowania abdukcyjne*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań
- Väänänen J. (2019), *Second order and Higher order logic*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/logic-higher-order/>, [dostęp: 11.10.2019].
- Van Fraassen B. (1980), *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford.
- Van Fraassen B. (1989), *Laws and Symmetry*, Clarendon Press, Oxford.
- Van Fraassen B. (1991), *Quantum Mechanics: An Empiricist View*, Clarendon Press, Oxford.
- Van Fraassen B. (2006), *Structure: Its Shadow and Substance*, „The British Journal for the Philosophy of Science” 57: 275–305.
- Vassallo A., Deckert D.-A., Esfeld M. (2017), *Relationalism about mechanics based on a minimalist ontology of matter*, „European Journal For Philosophy of Science” 7 (2): 299–318.
- Vassallo A., Esfeld M. (2016), *Leibnizian relationalism for general relativistic physics*, „Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 55: 101–107.
- Vetter, B. (2009), *Review of Bird*, „Logical Analysis and History of Philosophy” 8: 320–328.
- Votsis I. (2005), *The Upward Path to Structural Realism*, „Philosophy of Science” 72: 1361–1372.
- Votsis I. (2011), *Structural Realism: Continuity and Its Limits*, [w:] *Scientific Structuralism*, A. Bokulich, P. Bokulich (red.), Springer, New York: 105–118.
- Wald R. (1984), *General Relativity*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Weatherall J. (2017), *Conservation, inertia, and spacetime geometry*, „Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 67: 144–159.
- Weingard R. (1975), *On the Ontological Status of the Metric in General Relativity*, „The Journal of Philosophy” 72 (14): 426–431.
- Weyl H. (1922), *Space-Time-Matter*, Methuen & Co., London.
- Weyl H. (1929), *On the foundations of general infinitesimal geometry*, „Bulletin of the American Mathematical Society” 35 (5): 716–725.
- Weyl H. (1931), *The Theory of Groups and Quantum Mechanics*, Dover Publications, New York.
- Weyl H. (1959), *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton University Press, Princeton.
- Wheeler J. (1962), *Geometrodynamics*, Academic Press, Cambridge.
- Wheeler J., Ford K. (2000), *Geons, Black Holes, and Quantum Foam: A Life in Physics*, W. W. Norton & Company, New York.

- Williams D. (1953), *On the Elements of Being: I*, „The Review of Metaphysics” 7 (1): 3–18.
- Wilson J. (2002), *Causal powers, forces, and supervenience*, „Grazer Philosophische Studien” 63 (1): 53–77.
- Winterbourne A. (1982), *On the metaphysics of Leibnizian space and time*, „Studies in History and Philosophy of Science Part A” 13 (3): 201–214.
- Winther R. (2015), *The Structure of Scientific Theories*, URL=<https://plato.stanford.edu/entries/structure-scientific-theories/> [dostęp: 16.07.2019].
- Witczak J. (1999), *Eddington i teoria względności*, Biblos, Tarnów.
- Woleński J. (2016), *Wykłady o naturalizmie*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń.
- Worrall J. (1994), *How to Remain (Reasonably) Optimistic: Scientific Realism and the ‘Luminiferous Ether’*, „PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Volume One: Contributed Papers”: 334–342.
- Worrall J. (2007), *Miracles and Models: Why reports of the death of Structural Realism may be exaggerated*, [w:] *Philosophy of Science* (Royal Institute of Philosophy 61), A. O’Hare (red.), Cambridge University Press, Cambridge: 125–154.
- Worrall J. (2011), *Underdetermination, realism and empirical equivalence*, „Synthese” 180: 157–172.
- Worrall J. (2018), *Realizm strukturalny. To, co najlepsze z dwóch światów?*, [w:] *Spór o realizm naukowy. Mała antologia*, M. Kotowski (red.), tł. M. Kotowski, Oficyna Naukowa PFF, Wrocław: 145–176.
- Woszczek M. (2011), *Serie Leibniza i problem dynamiki w kwantowaniu grawitacji*, „Filozofia Nauki” 74 (2): 41–62.
- Woszczek M. (2017), *Kwantowa teoria miary a ontologia*, „Filozofia Nauki” 98 (2): 29–55.
- Woszczek M. (2018), *Kontekstualność kwantowa i ontologia przyczynowości*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Wójcicki R. (1974), *Metodologia formalna nauk empirycznych*, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław.
- Wüthrich Ch. (2009), *Challenging the Spacetime Structuralist*, „Philosophy of Science” 76: 1039–1051.
- Yolton J. (1960), *The Philosophy of Science of A.S. Eddington*, Martinus Nijhoff, Hague.
- Zahar E. (1997), *Poincaré’s Philosophy of Geometry, or does Geometric Conventionalism Deserve its Name?*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics” 28 (2): 183–218.
- Zahar E. (2004), *Ramseyfication and structural realism*, „Theoria” 19 (1): 5–30.
- Zamiara K. (1974), *Metodologiczne znaczenie sporu o status poznawczy teorii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Zeidler P. (2013), *Models and Metaphors as Research Tools in Science*, LIT Verlag, Berlin.

Streszczenie

Praca poświęcona jest współczesnym metafizycznym interpretacjom czasoprzestrzeni opisywanej przez ogólną teorię względności Alberta Einsteina. Szerszym kontekstem pracy są badania z zakresu metafizyki znaturalizowanej. Autor umieszcza swoje rozważania w ramach nurtu ontycznego realizmu strukturalnego, przynależącego do wymienionej subdyscypliny filozoficznej. Pole problemowe pracy tworzą dwie debaty: pierwsza dotycząca poprawności i właściwej postaci metafizyki strukturalistycznej wykorzystywanej do interpretowania fizyki fundamentalnej, druga dotycząca współczesnej dyskusji na temat natury czasoprzestrzeni. Głównym celem pracy jest sformułowanie oryginalnego stanowiska strukturalistycznego, pozwalającego na trafne, metafizyczne ujęcie czasoprzestrzeni ogólnorelatywistycznej, pozwalające rozwiązać problemy zarówno innych opcji strukturalistycznych jak i podejść substancjalistycznych oraz relacjonistycznych w filozofii czasoprzestrzeni.

Cel ten realizowany jest poprzez krytyczną analizę poszczególnych stanowisk, argumentów na ich rzecz, a także poprzez odniesienie do literatury z dziedziny fizyki. Rezultatem jest stanowisko, które nazywam silnym strukturalizmem metrycznym, w którym autor proponuje, między innymi, koncepcję strukturalnych nie-indywiduów. Poza tym celem autor systematyzuje również dostępne poglądy z zakresu metafizyki strukturalistycznej oraz z zakresu ontologii czasoprzestrzeni, niektóre stanowiska omawiając po raz pierwszy w polskiej literaturze z filozofii nauki i filozofii fizyki. Praca składa się z dwóch części. Pierwsza, obejmująca trzy rozdziały, dotyczy nurtu ontycznego realizmu strukturalnego: jego kontekstu problemowego, założeń, tez i konsekwencji. W części tej omówione zostają pojęcia indywiduum oraz struktury. Wskazana jest również preferencja własna autora w odniesieniu do metafizyki strukturalistycznej. Druga część pracy obejmuje filozofię i fizykę czasoprzestrzeni. Analizy poszczególnych stanowisk pozwalają autorowi na wskazanie niezbędnych założeń adekwatnego poglądu strukturalistycznego w odniesieniu do natury czasoprzestrzeni, który wyrażony zostaje w rozdziale ostatnim.

Summary

This dissertation deals with contemporary metaphysical interpretations of spacetime, as it is described by Albert Einstein's general theory of relativity. The work is embedded in a wider context: research in naturalized metaphysics. The author places his investigation within the current of ontic structural realism, which belongs to the aforementioned subdiscipline of philosophy. Two debates form the problem field of this work. Firstly, one is concerned with the correctness and the proper version of structural metaphysics used to interpret the fundamental physics. Secondly, one is concerned with diversified contemporary discussions about the nature of spacetime. The main goal of the thesis is to construct a distinct structuralistic position, which makes possible a sound metaphysical account of the general relativistic spacetime. This account is meant to solve some crucial problems of alternative structuralistic options as well as the substantial and relational approaches available in the philosophy of spacetime.

This goal is realized through a critical analysis of each position and the arguments proposed to support them, and also by consulting the most relevant physical literature. The end result is a position proposed to be called the *strong metrical structuralism*, in which the author advances, among others, the concept of structural non-individuals.

Another goal is the general systematization of the available viewpoints in structuralistic metaphysics and in the ontology of spacetime. Some theoretical positions are discussed in the Polish literature on the philosophy of science and the philosophy of physics for the very first time.

The whole thesis is divided into two parts. The first one, which consists in three chapters, is dedicated to the ontic structural realism: its theoretical context, assumptions, and consequences. In this part the notions of an individual and structure are thoroughly discussed. Here, author's preferences regarding the development of structuralistic metaphysics are also clearly indicated. The second part deals with the spacetime philosophy and the spacetime physics. The analyses of available positions formulated in the course of discussions allow the author to capture some necessary or advisable assumptions of an adequate structuralistic view with respect to the nature of spacetime. This particular view is presented and examined in the last chapter.