https://doi.org/10.18778/1689-4286.35.2.11

HYBRIS nr 35B (2016)
ISSN: 1689-4286

DAMIAN LUTY
UNIWERSYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

ZAGADNIENIA HOLIZMU W KONTEKŚCIE RELACJONIZMU I STRUKTURALIZMU

Wstęp

W ramach filozoficznej refleksji nad nauką można wyodrębnić wiele podejść zakorzenionych w odmiennych dyscyplinach, orientacjach i nurtach filozoficznych. Zależnie od takiego usytuowania, inaczej będzie się interpretować z filozoficznej perspektywy teorie naukowe, również: na co innego będzie się kłaść nacisk. Wybierając pewne zagadnienie naukowe, inaczej się je przedstawia w zależności od wybranej perspektywy: czy to ze względu na sposoby uzasadniania ważności twierdzeń naukowych, czy to ze względu na rolę w praktyce badawczej, czy też w kontekście opisu zmiany bądź rozwoju nauki.

Mnie zajmować będzie interpretowanie teorii naukowych w ramach koncepcji metafizycznych. Stanowiska metafizyczne, które będę rozpatrywał, to relacjonizm i strukturalizm na gruncie filozofii czasoprzestrzeni. Reprezentanci tychże usiłują określić, jaki jest ontologiczny status, czy inaczej — jaki jest sposób istnienia czasoprzestrzeni fizycznej, tj. czasoprzestrzeni występującej w Ogólnej Teorii Względności (OTW)[1]. W pierwszej części niniejszej pracy zrekonstruuję stanowisko relacjonizmu, w drugiej części natomiast — stanowisko strukturalizmu. Stanowisko substancjalizmu zostanie opisane w kontrze do relacjonizmu, przy okazji omawiania tego drugiego. Wyrafinowany substancjalizm zostanie zasygnalizowany w

1 Przykładowa, klasyczna wykładnia sporu o status ontologiczny czasoprzestrzeni [Sklar 1974].

kontekście strukturalizmu jako stanowisko, do którego strukturalizm może zostać zredukowany pod pewnym warunkami; co funduje zarzut wobec strukturalizmu. Traktuję zatem substancjalizmy jedynie jako elementy perspektywy krytycznej.

Na gruncie fizyki czasoprzestrzeni — fizyki makroskopowej — holizm, o który mi chodzi, nie może być radykalny, jak w przypadku fizyki kwantowej. Rozpatrywać będę pewne nielokalności grawitacyjne, które występują w fizyce relatywistycznej, i zamierzam podjąć próbę określenia, w jaki sposób stanowiska relacjonizmu i strukturalizmu sobie z nim radzą, tj. w jaki sposób można je interpretacyjnie włączyć do metafizycznego ujęcia czasoprzestrzeni fizycznej. Również — nie będę zajmować się kosmologią, tj. nie przedstawiam żadnej *stricte* całościowej perspektywy, którą w fizyce zwykło się wiązać właśnie z dociekaniami kosmologicznymi. Holizm odróżniam zatem od globalności, nie rozważam „„pełnoprawnych" metafizycznie całości. Idzie mi wyłącznie o efekty nielokalne; w kontekście fizyki makroskopowej jest to jednak zagadnienie nietrywialne. Można by to, o czym traktuję, nazwać „„słabym holizmem".

W części trzeciej przedstawię kwestię angażującą nielokalność w OTW: wynik Torrego dotyczący niemożliwości konstrukcji lokalnych funkcjonałów, dla rozwiązań równań pola Einsteina z próżnią i powiązaną z tym niemożliwość zbudowania lokalnych praw zachowania energii dla systemów fizycznych w OTW.

Stawiam tezę, że próba ujęcia powyższego wyniku na gruncie dwóch rozważanych metafizycznych interpretacji czasoprzestrzeni generuje dwa „słabe" holizmy w ramach omawianych stanowisk. Opiszę te holizmy i wskażę na trudności z nimi związane.

1. Relacjonizm

W drugiej połowie dwudziestego wieku podstawowym sporem w ramach filozofii czasoprzestrzeni był spór między relacjonistami a substancjalistami dotyczący ustalenia statusu ontologicznego czasoprzestrzeni. Sam spór wywodzi się z dyskusji nad statusem

absolutnej przestrzeni, która to debata stała się udziałem Leibniza i Clarka (reprezentującego poglądy Newtona). O ile spór Leibniza i Clarka być może został źle zrozumiany przez niektórych późniejszych myślicieli, to przeniesiony w kontekst fizyki czasoprzestrzeni (ogólnorelatywistycznej) sprowokował sformułowanie wiele ważnych pytań na gruncie filozoficznej refleksji na OTW i dostarczył pewnych podstawowych intuicji.

Stanowisko relacjonistyczne klasycznie wiązało się z przekonaniem o tym, że jedyne, co jest, to mozaika rzeczy, przestrzeń to nic innego jak porządek współistnienia tychże. Przestrzeń nie może być autonomicznym bytem, istniejącym „ponad" rzeczami materialnymi, ponieważ jest jedynie geometrycznym opisem kontyngentnych relacji, jakie zachodzą między rzeczami. We współczesnym żargonie powiedzielibyśmy, że przestrzeń superweniuje na materialnych, partykularnych rzeczach [Lewis 1994]. Takie odczytanie, jak zasygnalizowałem, jest nieco nietrafne w kontekście sporu Leibniza z Clarkiem — w nim szło[2] przede wszystkim o to, czy można definiować ruch układu materialnego *nie tylko* względem innego układu materialnego, ale również względem ogólniejszego układu[3] [Gołosz 2013]. Sam Newton nazywa absolutną przestrzeń „swego rodzaju substancją", czymś trzecim względem zwykłych substancji oraz własności, i mówi o niej wyłącznie w Definicjach [Newton 2015], co sugerowałoby, że traktuje ją jako ważną eksplanacyjnie, ale niekoniecznie fundamentalną w ontologii fizycznej[4], w której jedyne badane ruchy to te względne.

2 Niejako uzmysłowiono sobie to jasno m.in. dzięki odkryciu i opublikowaniu po raz pierwszy w latach 70. XX. wieku dziełka Newtona pt. „De gravitatione et aequipondio fluidorum".

3 Argumentem za postulowaniem takiego „ogólniejszego" układu odniesienia — absolutnej przestrzeni właśnie — miał być słynny eksperyment myślowy z wiadrem, służący do pokazania absolutnego charakteru ruchu obrotowego.

4 Choć kluczowe dla *sformułowania* praw dynamiki!

Pogląd, zgodnie z którym substancjalizm rozpatrujemy jako stanowisko, w którym głosi się, że przestrzeń jest substancją istniejącą ponad partykularnymi rzeczami materialnymi i rzeczy te na przestrzeń oddziaływać nie mogą, natomiast relacjonizm jako stanowisko, w którym głosi się superweniencję przestrzeni na rzeczach materialnych i w którym odrzuca się jej substancjalność, warto jednakże przywołać, gdyż jest instruktywny dla rekonstrukcji relacjonizmu na gruncie filozofii czasoprzestrzeni.

W OTW mamy do czynienia z innymi obiektami materialnymi niż tylko proste ciała — nie może być inaczej, odkąd wraz z elektromagnetyzmem do puli podstawowych materialnych komponentów świata dołączyły różnego rodzaju pola fizyczne. W OTW mamy do czynienia z polem grawitacyjnym w kontekście czterowymiarowej, riemannowskiej czasoprzestrzeni. Standardowa, teoriomodelowa reprezentacja typowej czasoprzestrzeni jest następująca: jest to trójka składająca się z czterowymiarowej różniczkowalnej rozmaitości (jest to pewien niepusty zbiór punktów), tensora metrycznego, który jest obiektem matematycznym reprezentującym pole grawitacyjne oraz tensora energii-pędu, opisującego dystrybucję mas we Wszechświecie. Ten trzeci składnik można, choć nie zawsze się to robi w teoriomodelowych rekonstrukcjach, ominąć, ponieważ można uzyskać takie rozwiązanie równań pola Einsteina, w których tensor energii-pędu się zeruje. Najbardziej ogólna postać reprezentacji typowej czasoprzestrzeni ma zatem postać $< M , g >$, gdzie M oznacza rozmaitość, zaś g tensor metryczny.

Spór między relacjonistami a substancjalistami w kontekście czasoprzestrzeni można teraz przedstawić jako spór dotyczący tego, co w przedstawionym powyżej modelu stanowi autentyczną reprezentację fizycznej czasoprzestrzeni. Substancjaliści uznawaliby, że właściwa reprezentacja czasoprzestrzeni to rozmaitość, ponieważ bez niej nie da się sformułować geometrycznego sposobu wyjaśniania grawitacji w OTW [Nerlich 2010]. Chociaż pogląd ten, który przyznaje pierwotność ontologiczną punktom czasoprzestrzeni (reprezentowanym przez rozmaitość różniczkowalną) daje się odnaleźć chociażby we [Friedman 1983] i na którą powołują się krytycy substancjalizmu [Earman, Norton

1987], to nie jest to bynajmniej dominujące podejście w substancjalizmie, a na pewno jest wadliwe, co zostało zresztą wyeksplikowane dość jasno [zob. Maudlin 1993; Bartels 1996][5].

Niewątpliwie jednak relacjoniści przyznają trafność reprezentacji czasoprzestrzeni tensorowi metrycznemu. Sprowadzają tym samym geometryczność związaną z rozmaitością do pewnej procedury koordynacji pola grawitacyjnego. Geometryczna struktura czasoprzestrzeni okazuje się w omawianym podejściu konstruktem, opracowywanym na podstawie „kształtu" pewnego materialnego pola fizycznego — pola grawitacyjnego. Tensor metryczny zatem trafnie reprezentuje fizyczną czasoprzestrzeń w takim sensie, że wskazuje na materialny byt dla którego prezentuje się pewien opis — tym opisem jest właśnie geometryczna struktura — nią i niczym innym jest czasoprzestrzeń.

W relacjonizmie zatem całkowicie odmawia się uznawaniu czasoprzestrzeni jako autonomicznego bytu. Podobnie leibnizjański relacjonista względem przestrzeni, współczesny relacjonista wobec czasoprzestrzeni głosić będzie, że czasoprzestrzeń jest wyłącznie pewnym „uporządkowaniem"(w przypadku OTW — procedurą koordynacji) czegoś materialnego, natomiast postulowanie autonomicznego istnienia czasoprzestrzeni jest wyłącznie hipostazowaniem pewnej geometrycznej struktury.

Można podać przykład trzech różnych relacjonistów, którzy powyższy, ogólnie scharakteryzowany relacjonistyczny sposób interpretacji czasoprzestrzeni, realizowali. Każdy z nich jednakże podchodził do tego zagadnienia inaczej. Jednoznacznym relacjonistą jest Carlo Rovelli [2004]. Przedstawił on propozycję teorii kwantowej

5 Maudlin i Bartels jasno wskazali, że substancjalista musiałby być nieprzeciętnie naiwny, bądź nie rozumieć OTW, aby twierdzić, że punkty czasoprzestrzeni same z siebie mogą posiadać sens fizyczny bez tensora metrycznego, dzięki któremu charakteryzuje się sedno OTW — że grawitacja wyjaśniana czy opisywana jest przy pomocy zakrzywienia czasoprzestrzeni, a to matematycznie jest określone jako pochodna z pola tensorowego. Bez tensora metrycznego cała fizyczna zawartość OTW się zatraca.

grawitacji zwaną pętlową kwantową grawitacją, która sytuuje się w ogólniejszym nurcie podejść do kwantowej grawitacji, który można nazwać nurtem konserwatywnym. W nurcie tym wychodzi się od OTW, a następnie próbuje się przeformułować tę teorię na teorię kwantową. Rovelli traktuje grawitację w OTW wyłącznie jako pole materialne; jako jedno z wielu pól fizycznych występujących w przyrodzie. Wynikają z tego określone poglądy na rolę symetrycznych transformacji cechowania traktowanych jako warunek *sine qua non* sformułowania poprawnej teorii grawitacji kwantowej oraz chociażby na zagadnienie upływu czasu. Krytyczne głosy wobec podejścia, które uznaje np. Rovelli, wiążą się z innym traktowaniem konceptualnych podstaw dla teorii kwantowej grawitacji; również w obrębie nurtu konserwatywnego, gdzie po prostu znaczenie fizyczne przypisuje się również samej geometrii [por. Pitts 2013] Innym relacjonistą byłby Harvey Brown [2005] [Brown, Pooley 2006]. Brown całkowicie odmawia istnienia autonomicznej czasoprzestrzeni, ponieważ podważa pogląd, zgodnie z którym postulowanie istnienia czasoprzestrzeni jest nieodzowne eksplanacyjnie. Brown twierdzi, że istnienie czasoprzestrzeni — ponownie — jest hipostazowaniem pewnej struktury, która sama powstała jako konstrukcja uwikłana przede wszystkim w chronogeometrię, czyli w sposób ustalenia metrycznych standardów do dokonywania pomiarów. Brown jednakże usytuowany jest w tzw. neolorentzowskiej, czy inaczej: dynamicznej, interpretacji Szczególnej Teorii Względności (STW). Koncetruje się zatem na konkretnych systemach fizycznych, do których odnoszone są czasoprzestrzenne pomiary. Rozstrzygnięcia, które przedstawia Brown w kontekście STW uogólnia on na OTW, pozostając przy poglądzie, że czasoprzestrzeń jest wyłącznie konstrukcją, „pasożytującą" na tym, co materialne.

John Earman z jednej strony przedstawił krytykę substancjalizmu (formułując słynny argument dziury [zob. Earman, Norton 1987; Earman 1989; Gołosz 2001]), z drugiej — jego stanowisko ewoluowało[6]. Relacjonizm, który można wyczytać z

6 Zaproponował [Earman 2006] on nową kategorię ontologiczną, którą nazwał wydarzeniami korelacyjnymi (*correlational occurences*) i stwierdził, że to ona

argumentu dziury, wiązał się z przyznaniem statusu trafnej reprezentacji tego, co fizyczne na gruncie fizyki czasoprzestrzeni, tensorowi metrycznemu. To specyfikacja tegoż tensora pozwala charakteryzować sytuacje modelowane w OTW jako sytuacje fizyczne; określonie tensora metrycznego pozwala zdefiniować, co w ogóle może być poznawalne, tj. z czym możemy związać procedurę pomiarową. W oczywisty sposób okazuje się, że rozmaitość czasoprzestrzenna nie może posiadać autonomii; geometria czasoprzestrzeni jest zależna od tensora metrycznego, który reprezentuje pewne pole fizyczne — pole grawitacyjne. Gdybyśmy pragnęli przyznawać pierwotność punktom czasoprzestrzeni w OTW, generowalibyśmy wysoce niepożądane dalsze konsekwencje, jak załamanie się determinizmu w deterministycznej teorii, jaką jest OTW.

2. Strukturalizm

Strukturalistyczne interpretacje, które mają charakter stricte ontologiczny, pojawiły się w ramach filozoficznej refleksji nad fizyką czasoprzestrzeni stosunkowo późno. Wśród pierwszych strukturalizmów zasadnicze podejście było epistemologiczne — również do czasoprzestrzeni [Eddington 1930]. Odnowienie zainteresowania strukturalizmem pod koniec lat osiemdziesiątych XX-go wieku również miało epistemologiczne podstawy — wiązało się z próbą znalezienia trzeciej drogi w sporze między realistami i antyrealistami o status poznawczy teorii naukowych [Worall1989].

Zreinterpretowano jednak stanowisko Woralla, nazwane Epistemicznym Realizmem Strukturalnym (*Epistemic Structural Realism*, ESR), w taki sposób, aby sformułować na jego podstawie tezę ontologiczną. W ten sposób powstał Ontyczny Realizm Strukturalny (*Ontic Structural Realism*, OSR) [Ladyman 1998]. Pozycja to szybko zyskała autonomię, choć jednym z zamierzeń stojących za jej wyartykułowaniem była taka, aby scalić ontologię

wyczerpuje to, względem czego powinniśmy być realistami w fizyce czasoprzestrzeni i co powinno konstytuować jej ontologię. Było to juz coś innego, niż wcześniejsze podejście Earmana.

z epistemologią, tj. dostarczyć tezy ontologicznej kompatybilnej z tezą epistemologiczną o strukturalnym charakterze poznania naukowego; zakładało się tu trafność ESR. Okazało się jednak, że ESR nie dostarczało przekonującego argumentu za realizmem[7] poznawczym. Zwolennicy OSR pozostawili realizm teoriopoznawczy jako nieodzowne założenie takiej refleksji nad nauką, która stara się *czerpać* z naukowych wyników i przy ich pomocy modyfikować przebrzmiałe kategorie metafizyczne. OSR w rezultacie zawierał tezę czysto metafizyczną, wiązał się zarazem z rewizjonistycznym podejściem w metafizyce, zagadnienie realizmu zachowując wyłącznie we wspomnianym sensie — jako pewne ważne założenie, nie dostarczając jednak argumentu na jego rzecz.

Punktem wyjścia OSR były próby odniesienia wyników związanych z nielokalnościami w fizyce kwantowej do klasycznych kategorii metafizycznych. Szło o to, w jaki sposób można metafizycznie zinterpretować splątanie kwantowe [French, Redhead 1988; Dorato 2013; Woszczek 2014]. Splątanie kwantowe oznacza, że, przykładowo, dwie cząstki są ze sobą połączone niezależnie od dzielącej je odległości i manipulacja jedną, dowolnie oddaloną od drugiej, cząstką wpływa na zachowanie drugiej cząstki. Łamie to tzw. realizm lokalny, czyli pogląd, że wszelkie przyczynowe relacje nie mogą zachodzić z nieskończoną prędkością. Był to pogląd Einsteina, który wraz z Podolskim i Rosenem nazwali wynik związany ze splątaniem kwantowym „paradoksalnym" [Einstein 2001] (stąd „paradoks EPR" i badania nad nim prowadzące do eksperymentów potwierdzających koniec końców zachodzenie splątania). Oczywiście w sam problem splątania kwantowego zaangażowane jest zagadnienie przyczynowości — Einstein wyprowadzał swoją krytykę splątania z perspektywy relatywistycznej przyczynowości, gdzie mówi się o kontakcie kauzalnym rozumianym jako przesyłaniu sygnałów[8] między dobrze

7 Ze względu na to, że strukturalna zawartość teorii również nie jest przenoszona, podobnie jak znaczenia terminów. Nie dało się więc zachować w ten sposób poglądu na ciągłość w nauce.

8 Jest to tzw. przyczynowość relatywistyczna, w której mówi się raczej o możliwości wejścia w kontakt kauzalny niż o przebiegu takiego kontaktu.

określonymi, lokalnymi systemami fizycznymi. Jest dzisiaj zupełnie filozoficznie jasne, że związek między splątanymi cząstkami nie polega na „wysłaniu informacji" z jednej do drugiej co do wartościu spinu — one tworzą pewną kwantową całość, podważającą to, że cząstki stanowi dobrze określone indywidua.

Zarazem są konteksty badawcze, w których można powiedzieć, że elektron stanowi pewien obiekt, np. w kontekście eksperymentów z komorą Wilsona. Mamy zatem sytuację, którą nazwano „metafizycznym niedookreśleniem" [Ladyman 2008] — nie wiadomo, jak metafizycznie określić status elektronu, a kategoria obiektu/indywiduum okazuje się zbyt wąska. Stąd propozycja mówienia o czymś odpowiednio szerszym - strukturalnym sposobie istnienia obiektów kwantowych (cząstek) — zależne są one od całościowej sieci relacji (struktury) i nie posiadają indywidualności, natomiast kontekstowa (przykładowo — w specjalnie przygotowanym, wyizolowanym układzie) indywidualność jest wtórna wobec usytuowania w strukturze.

Przedstawiono również odniesienie OSR do fizyki czasoprzestrzeni [French 2001]. Centralna teza OSR (którą można oddać tak: „na fundamentalnym poziomie świata fizycznego nie istnieją indywidualne obiekty; ontologicznie pierwotne są struktury; jeśli istnieją obiekty, to są one wtórne i zależne wobec struktury"), przeniesiona na grunt fizyki relatywistycznej, odnoszona jest do statusu punktów czasoprzestrzennych jako pewnego rodzaju obiektów[9]. Skoro odmawia się w OSR istnienia obiektom, to w kontekście filozofii czasoprzestrzeni trzeba tak właśnie postąpić z punktami czasoprzestrzennymi — odrzucić posiadanie przez nich indywidualności, tym samym rugując z czasoprzestrzennej ontologii.

Można teraz pokazać zasadniczą różnicę między strukturalizmem a relacjonizmem. W relacjonizmie przyznawało się realność wyłącznie pewnym określonym, materialnym komponentom świata. W przypadku teoriomodelowej reprezentacji typowej czasoprzestrzeni oznaczało to wybór tensora metrycznego jako tego

9 Oczywiście, nie są to obiekty takie, jakie występują w codziennym, ludzkim doświadczeniu.

obiektu, który trafnie reprezentuje to, czym jest grawitacja (pewnym materialnym polem). W OSR podobnie należałoby podważyć przydawaniu ontologicznej roli rozmaitości czasoprzestrzennej, która stanowi zbiór punktów. Jednakża, struktura o którą chodzi strukturaliście musiałaby być czymś innym niż to, co określa się na materialnym polu. Generuje to podwójny zarzut — że zwolennik OSR w odniesieniu do czasoprzestrzeni uznaje stanowisko, które zapada się albo w jakąś postać wyrafinowanego substancjalizmu[10] [Greaves 2011] albo w jakąś postać relacjonizmu[11] [Dorato 2008].

Jak zatem należałoby rozumieć strukturę (sieć relacji) na gruncie strukturalistycznej interpretacji czasoprzestrzeni? Nie może to rozumienie polegać tylko na odrzuceniu indywidualności punktów czasoprzestrzeni, bądź tylko na poleganiu na polu grawitacyjnym. French, proponent podejścia do czasoprzestrzeni z punktu widzenia OSR, nie podaje formalnej definicji struktury — ten brak zresztą generować będzie zarzuty przeciwko jego stanowisku. French przedstawia raczej, na czym miałby polegać „strukturalny sposób istnienia czasoprzestrzeni" i eksplikuje to wyrażenie jako taką własność czasoprzestrzeni, dzięki której adekwatne w odniesieniu do niej są transformacje symetryczne w postaci przekształceń dyfeomorficznych[12]. W ten sposób French kładzie nacisk nie tylko na

10 W wyrafinowanym substancjalizmie postuluje się, że punkty istnieją, ale jako wtórne; nie posiadają *haecceitas*, własności (wewnętrznej) czy „zasady" indywiduacji niezależnej od tensora metrycznego. W istocie — rezultat takiej interpretacji niewiele się różni od podejścia bezpunktowego., a być może nawet — ma pewną przewagę.

11 Skoro zwolennik OSR uznaje tensor metryczny, nic nie stoi na przeszkodzie, aby rozmaitość odrzucić w ontologii — okazywałaby się jedynie formalną nakładką na tensor metryczny.

12 Przekształcenia dyfeomorficzne to takie transformacje dowolnego układu współrzędnych, które zachowują jedynie niezmiennicze wielkości, np. interwały czasoprzestrzenne; nie wyróżniają one żadnych punktów czasoprzestrzennych, te traktowane są jedynie jako „etykiety", które można różnie parametryzować w zależności od wartości tensora metrycznego; dyfeomorfizmy „dyktują" jakie wielkości powinny występować w prawach fizycznych niezależnie od wyboru układu współrzędnych.

sam rezultat tych przekształceń — czyli odarcie punktów z ich ontologicznej pierwotności i koniec końców usunięcie ich — ale także na same te przekształcenia, jako pewną własność modelowanej czasoprzestrzeni[13]. Można powiedzieć, że dla Frencha strukturalny sposób istnienia czegoś oparty jest na podleganiu symetrycznym tranformacjom, dzięki którym żaden punkt czy lokalność nie jest wyróżniona.

Powyższe rozumienie sttrukturalnego sposobu istnienia czasoprzestrzeni jest mocno kłopotliwe. Niebezpieczeństwo redukcji do jakiejś formy wyrafinowanego substancjalizmu czy jakiejś formy relacjonizmu nadal pozostaje. OSR było później rozwijane, np. Esfelda i Lama [2008], którzy zaproponowali tzw. umiarkowany ontyczny realizm strukturalny m.in. żeby osłabić centralną tezę OSR i wprowadzić do ontologii punkty czasoprzestrzeni, ale w pewnej osłabionej formie. Miało to służyć odpowiedzi na zarzuty stawiane OSR[14], które zostały uznane za na tyle mocne, że prowadzące do rewizji stanowiska, do którego się odnosiły. Omówienie umiarkowanego ontycznego realizmu strukturalnego zanadto odwiodłoby od ogólnych ustaleń, które prezentuję — niechybnie uwikłałoby w subtelności związane z metafizyką własności, esencjalizmem metrycznym oraz dyspozycyjną koncepcją przyczynowości. Aby nie wprowadzać zamieszania, pomijam charakterystykę propozycji Esfelda i Lama[15].

13 Mówienie o własności w tym kontekście prowokuje przywołanie słynnego hasła Einsteina, że w OTW czasoprzestrzeń stała się jedynie strukturalnym aspektem pola grawitacyjnego.

14 Idzie, po pierwsze, o tzw. zarzut o relacje bez elementów relacji [Chakravartty 2003], według którego nie da się określić relacji bez pewnych obiektów a postulowanie pierwotnego istnienia samych relacji jest konceptualnym absurdem. Po drugie, idzie o zarzut dotyczący niemożliwości wbudowania żadnej koncepcji przyczynowości fizycznej w ontologię strukturalistyczną [Psillos 2006].

15 Pomijam również wersję strukturalizmu zaproponowaną w [Dorato 2000]; jest to stanowisko niezależne od ontycznego realizmu strukturalnego.

3. Nielokalności grawitacyjne i dwa holizmy

Powyższe ogólne charakterystyki dwóch metafizycznych interpretacji czasoprzestrzeni dostarczają ram, w których można próbować interpretować szczegółowe wyniki związane z badaniami prowadzonymi nad czasoprzestrzenią na gruncie nauk fizycznych.

Choć o fizyce relatywistycznej, zarówno STW jak i OTW, wiadomo, że stanowiła rewolucyjną zmianę w nauce i prowadziła do podważenia wcześniejszych intuicji fizycznych, to fizyka ta ma charakter klasyczny. Zakotwiczona jest ona bowiem w aparacie matematycznym bazującym na rachunku różniczkowym (w geometrii różniczkowej); postuluje się też, że systemy fizyczne badane w kontekście relatywistycznej grawitacji były deterministyczne, tj. dawało się sformułować dla nich określone warunki początkowe. Choć w OTW takie parametry jak np. masa czy prędkość stały się relacyjne, zależne od układu odniesienia, to przecież istnieje procedura pozwalająca jednoznacznie, z punktu widzenia obserwatora w danym układzie odniesienia, przyporządkować danemu parametrowi konkretną wartość liczbową, która czerpana jest ze zbioru liczb rzeczywistych. Radykalnie odmienna sytuacja jest przecież w fizyce kwantowej, gdzie wartości tego, co mierzone, wyrażane są w prawdopodobieństwach kwantowych, a to i tak zależy również od przyjętej teorii pomiaru.

Wszystko to sprawia, że OTW wyjściowo jest teorią, w któej pracuje się na lokalnościach. Istnieją jednakże takie konsekwencje OTW, które mają charakter nielokalny i związane są ściśle ze specyfiką pola grawitacyjnego[16]. W OTW jednym

16 Nie jest zdumiewające, że teoria wykracza po oczekiwania i zamierzenia jej twórców — Einstein uważał przecież, że OTW nie może prowadzić do takiego kosmologicznego rozwiązania równań pola, w którym występuje „osobliwość" oraz w którym można rozważać Wszechświat bez materii — i jedno i drugie przeświadczenie okazało się błędne, Wilhelm De Sitter znalazł rozwiązanie równań pola bez materii, a Georges Lemaitre — rozwiązanie z osobliwością (zwaną później „Wielkim Wybuchem").

z problemów jest ustalenie trafne koncepcji zachowania energii. Można ten problem rozpatrzyć w dwóch przypadkach — pod obecność materii i pod nieobecność materii (niepolowej). W pierwszym przypadku podejmuje się próby zdefiniowania zachowania energii dla konkretnego systemu fizycznego. Robi się to dla systemów makroskopowych w takich sposób, że po wyizolowaniu danego systemu, traktuje się go jako system energetycznie zamknięty. Przykładowo, podczas zderzenia dwóch systemów, energia jednego winna zostać oddana, natomiast ten „ubytek" uzupełniony energią z drugiego systemu. W rezultacie całkowity energetyczny stan pozostaje niezmieniony. Mówi się wówczas, że dywergencja obliczana dla systemu wynosi zero; dywergencja określa zatem energetyczną stałość systemu. Jej zerowa wartość jest warunkiem *sine qua non* zachowania energii dla systemu [Curiel 2000].

Na podstawie OTW sformułowano przewidywanie dotyczące tego, że istnieje energia czysto grawitacyjna, rozchodząca się np. w postaci fal grawitacyjnych. Zarejestrowano ten efekt dokonując obserwacji binarnych układów pulsarów. Emisja fal grawitacyjnych — nie przez konkretne obiekty, ale wskutek interakcji jakichś obiektów mającej wpływ na grawitację; grawitacja w OTW nigdy nie jest siłą! — jest pewnym kontyngentnym efektem, który jednakże może wpływać na region czasoprzestrzeni znacząco oddalony od „miejsca emisji" fali grawitacyjnej. Lokalności w OTW nakazują, aby badane sytuacje fizyczne modelowane były wyłącznie dla ograniczonego obszaru czasoprzestrzeni. Stąd możemy sobie wyobrazić, że w praktyce model czasoprzestrzni skuteczny w danym kontekście badawczym załamuje się łatwo, ponieważ dla kreślonej dla niego „ewolucji" nic nie stoi na przeszkodzie, aby w dalszej jej części nagle znalazły się zaburzenia wywołane falami grawitacyjnymi! Dla systemu fizycznego ujmowanego w kontekście danego modelu czasoprzestrzeni zaburzenia te oznaczają zachwianie puli energetycznej — wpływ takiej energii grawitacyjnej może modyfikować wartości dywergencji, czyniąc je różnymi od zera![por. Hoefer 2000]

Sytuacja staje się jeszcze trudniejsza w przypadku modeli, gdzie nie występuje materia niepolowa — w przypadku tzw. rozwiązań

równań pola Einsteina z próżnią. Torre [1993] pokazał, że dla sytuacji, w której rozpatrujemy wyłącznie pole grawitacyjne, nie ma możliwości zdefiniowania lokalnych wartości pola grawitacyjnego (jest to oczywiście problem bardziej złożony, upraszczam odnośne zagadnienie). Prawa zachowania energii generowane są w modelach posiadających wysoki stopień symetrii. W kontekście OTW wyłącznie lokalne modele mogą mieć takie symetrie (są to wtedy modele uproszczone, wykorzystywane w trybie idealizacyjnym). Dla „pustych" rozwiązań pola Einsteina nie mamy możliwości wyodrębnienia takich lokalnych symetrii, zarazem jednak zachowujemy istnienie energii grawitacyjnej związanej czystko z polem grawitacyjnym. Wniosek z tego jest następujący: samo pole grawitacyjne jako takie generuje energię. Niezależnie zatem od kontyngentnych efektów związanych z rolą jakichś ciał (np. pulsarów) w wytwarzaniu fal grawitacyjnych, okazuje się, że samo pole grawitacyjne bezustannie jest energetycznie aktywne, co oznacza, że dla dowolnego systemu fizycznego musimy uwzględnić energetyczny naddatek związany z pole grawitacyjnym. Nie da się jednak w OTW tego naddatku w żaden sposób zmierzyć, ponieważ nie można sformułować w OTW zasada zachowania energii dla czystego pola grawitacyjnego — one musiałyby być właśnie nielokalne; samo pole grawitacyjne w kontekście problemu zasad zachowania wskazuje na makroskopową nielokalność.

W jaki sposób można uchwycić problemy związane z zasadami zachowania energii z perspektywy metafizycznej interpretacji OTW? Relacjoniści, polegający na uznawaniu w reprezentacjach typowej czasoprzestrzeni jedynie tensora metrycznego reprezentującego pole grawitacyjne, wydają się być w stosunkowo dogodnej pozycji — jednoznacznie bowiem realność przypisują jedynie polu grawitacyjnemu. Problem pojawia się wraz z rolą obserwowalności czy wykrywalności w relacjonizmie. Earman, formułując argument dziury, twierdził, że należy odrzucić indywidualność punktów czasoprzestrzeni dlatego, że w przeciwnym razie ich rozłożenie wytwarzałoby odmienne światy (modele), mimo, iż określone na tych dwóch świata tensory metryczne byłyby takie same. Tensor metryczny dostarcza sensowności fizycznej modelom, co oznacza, że różnica między dwoma światami

sprowadzałaby się do niewykrywalnych (fizycznie) różnic związanych z indywidualnością punktów czasoprzestrzeni. Kluczowa zatem była, m.in. wykrywalność tych punktów, zależna od kontekstu fundowanego przez nic innego jak tensor metryczny. Podobny argument z wykrywalności czy obserwowalności można także zauważyć u Browna. Czasoprzestrzeń, jego zdaniem, nie może być autonomicznym bytem postulowanym w celu wyjaśniani obserwowanych zjawisk, ponieważ czasoprzestrzeń jest jedynie elementem konstrukcji sposobu dokonywania pomiarów — to również generuje kontekstowość zależną od tego, co w ogóle można zmierzyć w danym przypadku badawczym. Podejście Rovelliego wydaje się natomiast czysto deklaracyjne filozoficznie.

Jeśli wykrywalność ma pełnić istotną rolę w argumentach relacjonistów, to okazywałoby się, że nielokalności grawitacyjne da się uchwycić wyłącznie w konkretnych sytuacjach badawczych, np. w kontekście obserwacji pulsarów. Nie wiadomo jednak, czy relacjoniści mogliby w ogóle uchwycić nielokalność związaną z czystym polem grawitacyjnym, skoro nie ma sposobu wykrycia jego całościowej energii. Na podstawie prawa zachowania można by próbować wyznaczyć energetyczne wartości dla pola grawitacyjnego, ale, jak widać, nie jest to możliwe. Dlatego relacjonizm lepiej sprawdza się, jak twierdzę, dla efektów nielokalnych z uwzględnieniem materii niepolowej niż w przypadkach z czystym polem grawitacyjnym. Stąd uważam, że „słaby" holizm na gruncie relacjonizmu należałoby nazwać „kontekstowym".

W przypadku tej wersji strukturalizmu, którą omówiłem, wyglądałoby to nieco inaczej. Jeśli strukturalny sposób istnienia czasoprzestrzeni powiązany jest z transformacjami, które umożliwia materialny składnik świata (reprezentowane przez tensor metryczny pole grawitacyjne), to okazywałoby się, że strukturalista zdany jest na dynamiczność pola grawitacyjnego, wyrażaną w OTW właśnie transformacjami dyfeomorficznymi. Ze względu na te transformacje nie ma możliwości sformułowania sztywnych symetrii, które służą do konstruowania praw zachowania. Takie symetrie daje się uzyskać wyłącznie dla lokalnych kontekstów, w których możemy formalnie

przeprowadzić odpowiednie procedury idealizacyjne i zwyczajnie zignorować nielokalność grawitacyjną. Zwolennik OSR (przedstawiana przeze mnie forma strukturalizmu ontologicznego), skoro uwikłany jest w twierdzenie o dynamiczności pola grawitacyjnego (oddawanej dyfeomorfizmami), zdolny jest do uchwycenia nielokalności związanych z czystym polem grawitacyjnym. Byłyby one dla niego niczym innym jak manifestacją struktralnego sposobu istnienia czasoprzestrzeni, a problem braku sformułowania praw zachowania energii dla pola grawitacyjnego byłby dla niego jedynie techniczną trudnością. Natomiast dla przypadku z materią niepolową sytuacja się komplikuje — w istocie, w praktyce badawczej stosuje się dla OTW modele ze sztywną czasoprzestrzenią z wysokim stopniem symetrii, w których np. nie używa się transformacji dyfeomorficznych, ale polega się w większym stopniu na STW. Strukturalista mógłby mieć problemy z wyjaśnieniem, dlaczego porzucenie fundamentalnych według niego aspektów danej teorii nie rzutuje negatywnie na jej kontekstową skuteczność (ze stosowaniem wyidealizowanych modeli w tym kontekście, zob. np. [Curiel 2015]). W związku z tym „słaby" holizm dla OSR nazwałbym „holizmem polowym", ze względu na trudności z odniesieniem do kontekstów z materią niepolową na gruncie zagadnienia nielokalnych efektów grawitacyjnych.

Podsumowanie

Po scharakteryzowaniu specyficznie rozumianego holizmu jako „słabego" holizmu ze względu na nielokalności grawitacyjne występujące w OTW i jako problemu dla wybranych stanowisk metafizycznych, nie zaś jako samodzielną propozycję filozoficzną, przedstawiłem tezę. Głosiła ona, że próba ujęcia nielokalności grawitacyjnych w ramach relacjonizmu i strukturalizmu prowadzi do dwóch słabych holizmów. Po rekonstrukcji obu stanowisk opisałem, o jakie nielokalności mi chodzi i wskazałem na dwa ich przypadki — z materią polową i bez materii polowej. Starałem się pokazać, że relacjonizm jest raczej kompatybilny z pierwszym przypadkiem, strukturalizm natomiast — z drugim. Postulowałem zatem dwa słabe holizmy dla rozważanych stanowisk —

dla relacjonizmu: holizm kontekstualny, dla strukturalizmu — holizm polowy. Warto odnotować, że nieomawiane przeze mnie strukturalizmy być może lepiej poradziłyby sobie z podniesionym problemem.

Sądzę, że problem statusu praw zachowania energii i nielokalności grawitacyjnych w OTW jest interesujący oraz ważny dla metafizycznych interpretacji czasoprzestrzeni — i nie powinien być zbywany twierdzeniem, że zagadnienia te nie mają charakteru wystarczająco fundamentalnego.

BIBLIOGRAFIA

Bartels, Andreas, 1996, *Modern essentialism and the problem of individuation of spacetime points*, „Erkentniss", 45, ss. 25–43.

Brown, Harvey, 2005, *Physical Relativity. Space-Time structure from a dynamical perspective*, Oxford: Clarendon Press.

Brown Harvey; Pooley Oliver, 2006, *Minkowski space-time: A glorious non-entity*, [w:] Dennis Dieks, *The Ontology of Spacetime Volume 1*, Amsterdam: Elsevier, ss. 67–89.

Earman, John, 1989, *World Enough and Space-Time: Absolute Versus Relational Theories of Space and Time*,Cambridge; London: MIT Press.

Chakravartty, Anjan, 2003, *The Structuralist Conception of Objects*, „Philosophy of Science", 70, ss, 867–878.

Curiel, Erik, 2000, *The Constraints General Relativity Places on Physicalist Accounts of Causality*, „Theoria" 15, ss. 33–58.

Curiel, Erik, 2015, *On the Existence of Spacetime Structure*, http://arxiv.org/pdf/1503.03413v1.pdf, [dostęp: 21.11.2015].

Dorato, Mauro, 2008, *Is Structural Spacetime Realism Relationism in Disguise? The Supererogatory Nature of the Substantivalism/Relationism Debate* [w:] Dennis Dieks (red.), *The Ontology of Spacetime Volume 2*, Amsterdam: Elsevier 2008, ss.17–38.

Dorato, Mauro, 2000, *Substantivalism, Relationism, and Structural Spacetime Realism*, „Foundations of Physics" ,30, ss.1605–1628.

Dorato, Mauro, 2013, *Rovelli's relational quantum mechanics, monism and quantum becoming*, http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1309/1309.0132.pdf, [dostęp: 20.11.2015].

Earman, John; Norton, John, 1987, *What Price Spacetime Substantivalism*, „British Journal for the Philosophy of Science", 38, ss. 515–525.

Earman, John, 2006, *The Implications of General Covariance for the Ontology and Ideology of Spacetime,* [w:] Dennis Dieks (red), *The Ontology of Spacetime Volume 1*, Amsterdam: Elsevier, ss. 3–24

Eddington, Arthur, 1930, *The Mathematical Theory of Relativity*, Cambridge: Cambridge University Press.

Einstein, Albert, 2001, *Pisma filozoficzne*, przeł. Kazimierz Napiórkowski, Warszawa: deAgostini Polska.

Esfeld, Michael; Lam Vincent, 2008, *Moderate structural realism about space-time*, „Synthese", 160, ss. 27–46.

French, Steven, Redhead, Michael, 1988, *Quantum Physics and the Identity of Indiscernibles*, „The British Journal for the Philosophy of Science", 39, ss. 233–246.

French, Steven, 2001, *Getting Out of a Hole: Identity, Individuality and Structuralism in Spacetime Physics*, „Philosophica", 67, ss. 11–29.

Friedman, Michael, 1983, *Foundations of Space-Time Theories*, Princeto: Princeton University Press.

Gołosz, Jerzy, 2001, *Spór o naturę czasu i przestrzeni. Wybrane zagadnienia filozofii czasu i przestrzeni Johna Earmana*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Gołosz, Jerzy, 2013, *Jak nie należy rozumiec sporu między absolutyzmem a relacjonizmem*, „Filozofia Nauki", 84, ss. 117–124.

Greaves, Hilary, 2011, *In search of (spacetime) structuralism*, „Philosophical Perspectives", 25, ss. 189–204.

Hoefer, Carl, 2000, *Energy Conservation in GTR*, „Studies in History and Philosophy of Modern Physics", 31, ss. 187–199.

Ladyman, James, 2008, *Structural Realism and the Relationship between the Special Sciences and Physics*, „Philosophy of Science",75 , ss. 744–755.

Ladyman, James, 1998, *What is Structural Realism?*, „Studies in History and Philosophy of

Science", 29, ss. 409–424.

Lewis, David, 1994, *Humean Supervenience Debugged*, „Mind", 103, ss. 473–490.

Maudlin, Tim, 1993, *Buckets of Water and Waves of Space: Why Space-Time is Probably a Substance*, „Philosophy of Science", 60, ss. 183–203.

Newton, Isaac, 2015, *Matematyczne zasady filozofii naturalnej*, przeł. Sławomir Brzezowski, Kraków: Copernicus Center Presss.

Nerlich, Graham, 2010, *Why Spacetime Is Not a Hidden Cause: A Realist Story*, [w:] Vesselin

Petkov (red.), *Space, Time, and Spacetime*, Berlin: Springer, ss. 181–192.

Pitts, Brian, 2013,*Change in Hamiltonian General Relativity from the Lack of a Time-like Killing Vector Field*, http://arxiv.org/pdf/1406.2665v1.pdf, [dostęp: 19.11.2015].

Psillos, Stathis, 2006, *The Structure, the Whole Structure, and Nothing but the Structure*?,

„Philosophy of Science", 73 , ss. 560–570.

Rovelli, Carlo, 2004, *Quantum Gravity*, Cambridge: Cambridge University Press.

Sklar, Lawrence, 1974, *Space, Time, and Spacetime*, Berkeley: University of California Press.

Torre, Charles, 1993, *Gravitational Observables and Local Symmetries*, „Physical Review Letters", 48, ss. 2373–2376.

Worall, John, 1989, *Structural realism: the best of both worlds?*, „Dialectica" ,42, ss. 99124.

Woszczek, Marek, 2014, *Relacyjna mechanika kwantowa,uniwersalna zasada względności i podstawy fizyki*, „Studia Metodologiczne", 33, ss. 65–95.

ABSTRACT

Two positions in which the mode of existence of Spacetime is considered are reconstructed — relationism and structuralism (I discuss the version of structuralism one can find in the so-called Ontic Structural Realism). I present and describe the notion of gravitational nonlocalities, at which one arrives through the difficulties with formulating laws of energy conservation in General Relativity. I state and try to defend a thesis, that the above difficulty may rise two different „weak" holisms on the ground of each mentioned position.

KEYWORDS: gravitational nonlocalities, general relativity, relationism, structuralism, spacetime, holism

SŁOWA KLUCZOWE: nielokalności grawitacyjne, ogólna teoria względności, relacjonizm, strukturalizm, czasoprzestrzeń, holizm