

# Zdzisław Augustynek

---

## Punkty czasoprzestrzeni

---

Filozofia Nauki 4/1, 5-16

---

1996

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Zdzisław Augustynek

## **Punkty czasoprzestrzeni<sup>1</sup>**

### **Wstęp**

Zadanie, które sobie tu stawiam, to bliższa analiza, porównanie i ocena charakterystyk punktów czasoprzestrzennych, które występują w różnych współczesnych ontologiach czasoprzestrzeni. Ontologie te ogólnie opisałem i sklasyfikowałem w artykule „Z ontologii czasoprzestrzeni” [Augustynek 1994]. Przypominam je tutaj: (a) mnogościowe — substancywizm mnogościowy (SUBM) i relacjonizm (REL), oraz (b) mereologiczne — substancywizm mereologiczny kauzalny (SUBMRK) i substancywizm mereologiczny akauzalny (SUBMRK̄).

Waga tych rozważań polega głównie — chociaż nie tylko — na tym, że czasoprzestrzeń składa się (mногоściowo lub mereologicznie — w zależności od stanowiska ontologicznego) z punktów czasoprzestrzennych. Wobec tego charakterystyka tych punktów posiada istotne implikacje odnośnie do tego, czym właściwie jest czasoprzestrzeń (a także — jej obszary). Myślę, że jest to wystarczające uzasadnienie podjęcia tej problematyki.

Punkty czasoprzestrzenne będą tutaj rozpatrywane pod kątem najważniejszych dla nich własności i kontekstów. Własności te to: rozciągłość, lokalizacja, przyczynowość i indywidualność. Konteksty zaś to: stosunek punktów czasoprzestrzennych do momentów i punktów przestrzennych oraz ich charakter w teorii względności (chodzi o to, czy są one relatywistycznie względne czy absolutne).

Będę odróżniał punkty czasoprzestrzenne od punktów fizycznych, np. punktów materialnych czy też cząstek fizycznych traktowanych «punktowo», oraz od zdarzeń

---

<sup>1</sup>Opracowane w ramach grantu KBN nr 1 H01A 017 08.

punktowych. Uwaga: odtąd zamiast terminu „punkt czasoprzestrzenny” używał będę skrótowo terminu „punkt”.

### 1. Punkty a rozciągłość

Rozważając sprawę rozciągłości punktów, mam na myśli oczywiście rozciągłość *resp.* nierozciągłość czasową i przestrzenną, albo tylko czasową lub tylko przestrzenną.

Według stanowisk mnogościowych punkty są czasowo i przestrzennie nierozciągłe. W substancywizmie mnogościowym (SUBMN) używa się tej negacyjnej własności z reguły w potocznym niezdefiniowanym sensie. (Własność tę można łatwo zdefiniować; wymaga to jednak wprowadzenia paru pojęć oraz założeń.)

W relacjonizmie (REL), zakładającym ewentyzm punktowy (EP) (zob. [Augustynek 1987]), punkty są pewnymi zbiorami zdarzeń (punktowych) — mianowicie klasami abstrakcji od relacji koincydencji czasoprzestrzennej  $K$  w zbiorze wszystkich takich zdarzeń  $S$ . Z definicji tej oraz z definicji nierozciągłości czasowej i przestrzennej (sformułowanej za pomocą relacji równoczesności  $R_u$  i kolokacji  $L_u$  w  $S$ , gdzie  $R_u \cap L_u = K$ ) stosowanej do zbiorów zdarzeń (punktowych) w EP wynika od razu nierozciągłość czasowa i przestrzenna punktów.

Zauważmy, że w EP zakłada się nierozciągłość czasową i przestrzenną zdarzeń (w niezdefiniowanym sensie); stąd nazywamy je zdarzeniami «punktowymi».

Warto dodać, że według EP punkty materialne, jako określone (odmienne od punktów) zbiory zdarzeń, są przestrzennie nierozciągłe, ale rozciągłe czasowo w wyżej wymienionym sensie rozciągłości i nierozciągłości stosowanych w EP do zbiorów zdarzeń. Nie są one zatem punktowe — jak punkty i zdarzenia.

Wedle stanowisk mereologicznych punkty są czasowo i przestrzennie rozciągłe — i to w obu wersjach tych stanowisk: kauzalnej (SUBMRK) oraz akauzalnej (SUBMR $\bar{K}$ ). Nazwy tych wersji zostaną uzasadnione później.

Stanowisko pierwsze reprezentuje H. Field ([Field 1980] i [Field 1989]). Autor ten stwierdza, że punkty są minimalnymi obszarami czasoprzestrzennymi, tj. obszarami bez części właściwych. Nie twierdzi jednak *explicitie*, że są to obszary rozciągłe czasoprzestrzennie. Mimo to sądzę, że milcząc tę rozciągłość zakłada. Wobec tego traktuje, jak mniemam, punkty jako atomy czasoprzestrzeni (bez części i rozciągłe), z których się ona składa (jak również wszelkie obszary czasoprzestrzenne). Oczywiście nie podaje czasoprzestrzennych rozmiarów punktów.

Stanowisko drugie jest charakterystyczne dla J. Jadackiego [Augustynek & Jadacki 1993]. Różni się on od H. Fielda tym m.in., że rozpatruje nie punkty, a momenty i punkty przestrzenne. Momenty definiuje jako najkrótsze interwały czasowe zaś punkty przestrzenne jako najwęższe obszary przestrzenne. Z prywatnych enuncjacji tego autora dowiedziałem się, że traktuje on momenty jako rozciągłe czasowo, a punkty przestrzenne jako rozciągłe przestrzennie.

A zatem wedle jego poglądów momenty stanowią atomy czasowe (bez części czasowych i rozciągłe czasowo), punkty przestrzenne zaś — atomy przestrzenne (bez części

przestrzennych i rozciągłe przestrzenie). Z pierwszych składają się czas i interwały czasowe, z drugich zaś — przestrzeń fizyczna i obszary przestrzenne.

Z innych enuncjacji prywatnych tego autora dowiedziałem się także, że: (1) nie precyzuje on jakie rozmiary czasowe mają atomy-momenty, ani jakie rozmiary przestrzenne mają atomy przestrzenne; (2) zakłada on, że wszystkie atomy-momenty mają te same rozmiary przestrzenne.

A co z punktami czasoprzestrzennymi? Myślę, że J. Jadacki zgodziłby się na powielenie na nie wymienionych schematów. A więc zdefiniowałby punkty jako najmniejsze obszary czasoprzestrzeni (czyli nie posiadające części), rzecz jasna — rozciągłe czasowo i przestrzennie, z których składa się (mereologicznie) cała przestrzeń. Krócej — zdefiniowałby punkty jako atomy czasoprzestrzenne. Następnie zaś stwierdziłby, że nie wie, jakie rozmiary czasowe i przestrzenne mają owe punkty-atomy, ale że uważa, iż wszystkie te przedmioty czasoprzestrzenne mają te same rozmiary czasoprzestrzenne. W rezultacie otrzymujemy w tym ujęciu taki sam pogląd, jak wyżej omawiany punkt widzenia H. Fielda.

## 2. Punkty a lokalizacja

Mówiąc najogólniej, lokalizacja jest pewną relacją między przedmiotami typu  $A$  a przedmiotami typu  $B$ , z których te pierwsze nazywa się „przedmiotami lokalizowalnymi”, te drugie zaś — „lokacjami tych przedmiotów”. Potocznie i w fizyce do lokacji zalicza się przedmioty czasoprzestrzenne, do przedmiotów w nich zlokalizowanych zaś — przedmioty fizyczne. Zwykle zaś relację lokalizacji rozumie się jako relację zachodzenia przedmiotu fizycznego w przedmiocie czasoprzestrzennym.

Zastosujmy te ogólne ramy do punktów, tak jak były one określone w różnych stanowiskach. Mówiąc ściślej, chodzi o to, co jest (*resp.* może być) zlokalizowane w pojedynczych punktach właśnie.

Według substancywizmu mnogościowego (SUBMN) w punktach mogą być zlokalizowane tylko zdarzenia punktowe: w nierozciągłych punktach mogą bowiem zachodzić wyłącznie nierozciągłe (punktowe) zdarzenia. Mamy więc:

$$L_{cp}(x, p) \stackrel{\text{def}}{=} Z(x, p),$$

gdzie  $L_{cp}$  — relacja lokalizacji  $x$  w  $p$ , a  $Z$  — relacja zachodzenia  $x$  w  $p$ . Czyli  $x$  jest zlokalizowane w  $p \equiv x$  zachodzi w  $p$ . Zauważmy, że w SUBMN przyjmuje się twierdzenie:

$$\bigwedge x \bigvee p L_{cp}(x, p),$$

które znaczy, że każde zdarzenie jest zlokalizowane w jakimś punkcie.

Uwaga: sprawa wygląda jak wyżej pod warunkiem, że ogólną ontologię fizyki stanowi dualizm (DUA), który zakłada istnienie zdarzeń punktowych i ich podzbiorów (zob. [Augustynek 1993]).

Wedle relacjonizmu (REL) sytuacja wygląda niemal tak samo: w pojedynczych punktach mogą być zlokalizowane tylko zdarzenia punktowe. Definicja  $L_{cp}$  jest taka

sama jak w SUBMN, z tym jednak, że relację  $Z$  zachodzenia  $x$ -a w  $p$  określa się w REL przez relację  $\in$ :

$$Z(p, x) \equiv x \in p.$$

Wobec czego otrzymujemy:

$$L_{cp}(x, p) \equiv x \in p.$$

Czyli  $x$  jest zlokalizowane w  $p$  ztw, gdy  $x$  należy do  $p$ .

Powyzsze ujęcie bierze się stąd, że — jak wiemy — punkty są tu zdefiniowane jako klasy abstrakcji relacji  $K$  w zbiorze  $S$  (wszak REL zakłada ewentyzm punktowy). Z definicji tej wynika (a nie jest oddzielnie założone, jak w SUBMN) twierdzenie analogiczne do wymienionego wyżej:

$$\bigwedge x \bigvee p L_{cp}(x, p),$$

czyli że każde zdarzenie jest zlokalizowane w jakimś punkcie. W tym, jak i w analogicznym doń twierdzeniu (z SUBMN), jest wyrażone sprzężenie świata fizycznego z czasoprzestrzenią.

Według stanowisk mereologicznych — zarówno H. Fielda, jak i J. Jadackiego — w atomach-punktach pojedynczych mogą być zlokalizowane jedynie atomy fizyczne tj. bez części, rozciągle i o rozmiarach czasoprzestrzennych atomów-punktów. Takie w każdym razie jest moje zdanie — wspomniani autorzy w tej kwestii *explicite* się nie wypowiadają; być może uważają to twierdzenie za oczywiste.

Sądzę, że jeśli istnieją atomy czasoprzestrzenne (atomy-punkty), to istnieją także atomy fizyczne (bez części i rozciągle). I podobnie jak czasoprzestrzeń składa się z atomów czasoprzestrzennych, świat fizyczny składa się (również mereologicznie) z atomów fizycznych; jest agregatem ich wszystkich.

Sądzę dalej, że jeśli istnieją atomy-punkty, to nie istnieją przedmioty fizyczne mniejsze czasoprzestrzennie od nich (wtedy bowiem atomy-punkty musiałyby mieć części). W szczególności w koncepcji tej nie istnieją zdarzenia punktowe: czasoprzestrzennie nierozciągle, *ergo* nie posiadające części właściwych.

Sądzę wreszcie, że wedle rozważanych stanowisk mereologicznych atomy fizyczne są zlokalizowane w atomach-punktach, i że każdy atom fizyczny jest zlokalizowany w jakimś atomie-punkcie. Ostatnie twierdzenie jest analogonem odpowiednich twierdzeń stanowisk mnogościowych. Trzeba dodać, że i tu owa lokalizacja jest wyrazem sprzężenia świata fizycznego z czasoprzestrzenią.

Teraz zastanowimy się nad pytaniem, czy relacja lokalizacji stosuje się do przedmiotów czasoprzestrzennych, tak jak stosuje się do przedmiotów fizycznych. Bywa bowiem, że mówi się o lokalizacji punktów, czy obszarów czasoprzestrzennych (a także momentów, punktów przestrzennych *etc.*), chociaż nie mówi się np. o lokalizacji czasoprzestrzeni!

Z rozważań wstępnych tego paragrafu nie wynika jednoznacznie odpowiedź negatywna, chociaż mówiąc o lokalizacji w punktach, mieliśmy na myśli zawsze lokalizację jakiegoś przedmiotu fizycznego.

Wobec tego trzeba tę sprawę jakoś rozstrzygnąć, precyzując tym samym treść pojęcia lokalizacji. Otóż jestem przekonany, że lokalizacja nie stosuje się do przedmiotów czasoprzestrzennych. Jest to pewna binarna relacja między przedmiotami fizycznymi a przedmiotami czasoprzestrzennymi, a więc między przedmiotami różnych kategorii. Pierwsze nazywamy przedmiotami zlokalizowanymi czasoprzestrzennie, a drugie — ich lokacjami czasoprzestrzennymi, zaś sama relacja — o czym już pisałem — polega na zachodzeniu pierwszych w drugich. Szerzej omawiam to w artykule [Augustynek 1993].

Podstawą owego przekonania i jego implikacji jest nie tylko takie właśnie a nie inne użycie tej relacji w fizyce, ale również bezsensowność wyrażeń typu: „punkt jest zlokalizowany w ...”, „obszar czasoprzestrzenny jest zlokalizowany w ...” *etc.*

Od razu bowiem powstaje pytanie, gdzie i kiedy są owe przedmioty czasoprzestrzennie zlokalizowane. Oczywiście pozostaje ono bez odpowiedzi. To samo dotyczy przedmiotów czasowych i przestrzennych oddzielnie. Nie może być np. punkt zlokalizowany w innym punkcie ( $L_{cp}(p, q)$ ), ani tym bardziej ... w sobie samym ( $L_{cp}(p, p)$ ). Ani nawet w jakimś obszarze czasoprzestrzennym złożonym z punktów. Uwaga: twierdzenia te są niezależne od definicji punktu.

Na zakończenie trzeba podkreślić, że analiza kwestii istoty lokalizacji ma ważne znaczenie dla zrozumienia natury punktów i to z dwóch powodów. Po pierwsze, zwraca się tutaj uwagę na fakt, że punkty są lokacjami czasoprzestrzennymi dla pewnych przedmiotów fizycznych; dotyczy to oczywiście i innych przedmiotów czasoprzestrzennych, ale punkty są wśród tych przedmiotów — bazowe, albowiem z nich składają się pozostałe. Po drugie, lokalizacja — na tym poziomie — wyraża fundamentalny związek między światem fizycznym (złożonym z przedmiotów fizycznych) a czasoprzestrzenią (złożoną z punktów).

Dlaczego ma miejsce taki związek? Fizyka — a tym bardziej jej filozofia — nie daje na to pytanie odpowiedzi. Myślę, że jest ono takiego stopnia trudności, jak pytanie, dlaczego świat fizyczny ma taką a nie inną strukturę nomologiczną.

### 3. Punkty a przyczynowość

Czy punkty czasoprzestrzenne (a więc i obszary, i sama czasoprzestrzeń) wchodzą w relacje kauzalne (oddziaływania fizyczne) z przedmiotami fizycznymi (a może między sobą)?

Wydaje się, że ma to miejsce: od powstania ogólnej teorii względności (OTW) często się pisze i mówi o «wpływie» (krzywizny) czasoprzestrzeni na bieg promieni świetlnych. Sądzę jednak, że w tym wypadku chodzi o związek strukturalny, a bynajmniej nie kauzalny.

W substancywizmie mnogościowym (SUBMN), jaki i w relacjonizmie (REL), nie zakłada się kauzalnej aktywności, tj. fizycznego oddziaływania punktów (oczywiście — ani z przedmiotami fizycznymi ani między sobą).

W substancywizmie mereologicznym J. Jadackiego (SUBMR $\bar{K}$ ) założenia takiego także się nie przyjmuje, mimo że punkty-atomy — jako czasoprzestrzennie rozciągłe — są «bliższe» przedmiotom fizycznym (typu cząstek i pól) niż nierozciągłe czasoprzestrzennie punkty substancywizmu mnogościowego lub relacjonizmu.

W świetle powyższych poglądów szokuje pozycja reprezentowana *explicite* przez H. Fielda [Field 1980], że punkty są kauzalnie aktywne (*causal agents*), tj. fizycznie oddziałują (z przedmiotami fizycznymi i między sobą).

Stąd właśnie pochodzi wprowadzona przeze mnie dla tego stanowiska nazwa „substancywizm mereologiczny kauzalny” (SUBMRK), podczas gdy stanowisko J. Jadackiego nazwałem „substancywizmem mereologicznym akauzalnym” (SUBMR $\bar{K}$ ).

Pogląd H. Fielda poddam ocenie nieco później. Teraz ograniczę się do opinii wyrażonej przez D. Malamenta [Malament 1982] w jego recenzji z pierwszej książki H. Fielda. Wskazał on — moim zdaniem trafnie — że H. Field pomieszał przedmioty fizyczne, zlokalizowane w punktach, z tymiż punktami (lokacjami): to przedmioty fizyczne zachodzące w lokacjach oddziałują, a nie ich lokacje.

Sądzę, że doświadczenie nie ujawnia, a teorie fizyczne nie wyrażają, kauzalnej aktywności punktów-lokacji (choćby nawet były atomami, *ergo* czasoprzestrzennie rozciągłymi). Istnieją również i inne argumenty; dodajmy — dotyczą one nie tylko punktów, lecz i obszarów czasoprzestrzennych i całej czasoprzestrzeni.

#### 4. Punkty a indywidua

Czy punkty czasoprzestrzenne są indywiduami czy zbiorami? Oczywiście chodzi tu o zbiory mnogościowe, a indywidua rozumie się jako niezbiory. Ten problem nazwałem „ontycznym”, i analizowałem niedawno [Augustynek 1994] w odniesieniu do czasoprzestrzeni.

Jedynie według relacjonizmu punkty są zbiorami mnogościowymi zdarzeń (punktowych). Natomiast na wszystkich innych stanowiskach, a więc na stanowisku substancywizmu mnogościowego i obu substancywizmów mereologicznych (J. Jadackiego i H. Fielda), są one indywiduami.

Oczywiście według substancywistów mereologicznych czasoprzestrzeń jest też indywiduum (jako agregat punktów-indywiduów). Według stanowisk mnogościowych (SUBMN i REL) czasoprzestrzeń stanowi zaś — jak wiadomo — zbiór mnogościowy (punktów-indywiduów).

#### 5. Punkty a momenty i punkty przestrzenne

Jeśli punkty ( $p$ ) są składnikami czasoprzestrzeni ( $CP$ ), to momenty ( $m_u$ ) (zwane niekiedy „punktami czasowymi”) oraz punkty przestrzenne ( $p'_u$ ) (zwane często „miejscami”) są odpowiednio składnikami czasu ( $C_u$ ) i przestrzeni fizycznej ( $P_u$ ) oddzielnie (zawsze w danym układzie inercjalnym  $u$ ). W tym kontekście mówi się także o interwałach (okresach) czasowych oraz o obszarach przestrzennych.

W szczególnej teorii względności (STW) związek między punktami, momentami i punktami przestrzennymi jest wyrażony w metryce (czasoprzestrzeni) Minkowskiego w sposób pośredni (przez współrzędne czasowe i przestrzenne dla dwóch punktów).

Nas będą interesowały tu związki definicyjne między tymi przedmiotami, a także — jak się okaże — innymi przedmiotami czasoprzestrzennymi i fizycznymi. Wskazane związki mają różną postać w różnych stanowiskach branych tutaj pod uwagę.

W substancywizmie mnogościowym (SUBMN) sytuacja jest jasna: momenty i punkty przestrzenne są zdefiniowane (przez abstrakcję) przez punkty oraz odpowiednie relacje:  $R_u$  (równoczesności) i  $L_u$  (kolokacji) (zob. [Augustynek 1993]); są to więc pewne zbiory punktów. Oczywiście relacje:  $R_u$  i  $L_u$  są określone na  $CP$ .

W relacjonizmie (REL) charakter definicji oraz użyte tu relacje są takie same ( $R_u$  i  $L_u$ ), z tą różnicą, że relacje te są określone na zbiorze zdarzeń punktowych  $S$ . W efekcie momenty i punkty przestrzenne nie są tu zbiorami punktów, lecz pewnymi zbiorami zdarzeń punktowych (*ergo* przedmiotów fizycznych); dokładnie tak samo pewnymi zbiorami zdarzeń są same punkty zdefiniowane przez relację  $K$  (koincydencji czasoprzestrzennej), określoną na tymże zbiorze  $S$ .

Na tym stanowisku — w przeciwieństwie do SUBMN — w pojęciach: momentu i punktu przestrzennego (i punktu) tkwi element *stricte* fizyczny; chodzi oczywiście o pojęcie zdarzenia punktowego.

W substancywizmach mereologicznych znowu mamy inną sytuację. Rozpatrzę ją na przykładzie substancywizmu J. Jadackiego. Autor ten definiuje (zob. wyżej) swe momenty-atomy przez odwołanie się do interwału (innego przedmiotu czasowego) oraz relacji krótszości, określonej na interwałach. Analogicznie postępuje, definiując swoje atomowe punkty przestrzenne.

Jeśli jednak, co zaproponowałem wyżej, weźmie się pod uwagę STW, to należałoby wyjść w definicji od punktów-atomów. Wtedy zakładając, że ma się relacje  $R_u$  i  $L_u$ , i można je zaadaptować do tych atomów, można również określić moment atomowy jako agregat wzajemnie kolokalnych punktów-atomów. Wówczas otrzymujemy definicje bardzo podobne do definicji momentów i punktów przestrzennych w SUBMN. Uwaga: wspomniane relacje  $R_u$  i  $L_u$  nie mają oczywiście tutaj charakteru mnogościowego (jak w stanowiskach mnogościowych).

Jeśli chodzi o pozycję H. Fielda w rozważanej sprawie, to niestety w jego tekstach nie ma nawet wzmianki o momentach i punktach przestrzennych. Píše on jedynie o punktach czasoprzestrzennych i *implicite* traktuje je jako atomy  $CP$ .

Nie rozumiem, jak można tworzyć koncepcję czasoprzestrzeni i to mereologiczną, milcząc o czasie i przestrzeni wziętych oddzielnie. Wszak te ostatnie są według STW różnymi aspektami czasoprzestrzeni, która w określonym (dowolnym) układzie inercyjnym «rozkłada się» na czas i przestrzeń.

Sądzę jednak, że H. Field zapewne zgodziłby się z moją propozycją zaadaptowania relacji  $R_u$  i  $L_u$  do obszarów czasoprzestrzennych i zdefiniowania za ich pomocą (przez



— powiedzmy quasi-abstrakcję) momentów-atomów i atomowych punktów przestrzennych.

Zanalizujmy teraz własności momentów i punktów przestrzennych.

Po pierwsze, momenty nie są rozciągle czasowo według stanowisk mnogościowych, są zaś rozciągle czasowo (atomy!) według substancywizmu mereologicznego. Tak więc własność ta jest funkcją stanowiska.

Po drugie, momenty wedle wszystkich wymienionych stanowisk są rozciągle przestrzennie, co łatwo wykazać. Konkludując, momenty nie są znów takie «punktowe», jak by się wydawało — nawet czasowo («na atom»), jeśli stanąć na stanowisku mereologicznym.

Jeśli chodzi o punkty przestrzenne, to stan rzeczy wygląda podobnie.

Po pierwsze, nie są one rozciągle przestrzennie według stanowisk mnogościowych, są zaś rozciągle przestrzennie («na atom») zgodnie z substancywizmem mereologicznym.

Po drugie, punkty przestrzenne wedle wszystkich stanowisk są rozciągle czasowo, co można dowieść.

Czym są punkty przestrzenne, z którymi mamy do czynienia w geometrii i topologii? Myślę, że można je zinterpretować jako punkty czasoprzestrzenne, które są czasowo i przestrzennie nierozciągle i mają charakter indywidualów — a więc taki, jaki przypisuje im substancywizm mnogościowy (SUBMN).

Rozważmy obecnie kwestię lokalizowalności momentów i punktów przestrzennych.

Uważam, że sprawa ma się tak samo, jak z punktami (i dodajmy — wszystkimi przedmiotami czasoprzestrzennymi): relacja lokalizacji obiektów fizycznych w momentach i punktach przestrzennych nie ma tutaj zastosowania. Momenty i punkty przestrzenne są odpowiednio czasowymi i przestrzennymi lokacjami (odpowiednich obiektów fizycznych) i same żadnej lokalizacji nie podlegają.

Jest to założenie *implicite* fizyki oraz wszystkich (jak sądzę) stanowisk ontologicznych branych tu pod uwagę, tj. zarówno mnogościowych, jak i mereologicznych. Jeśli zaś chodzi o poszczególnych autorów-mereologów, to J. Jadacki akceptuje powyższy pogląd, H. Field natomiast kwestii tej nie porusza wcale; nie sądzę jednak aby mógł mieć inne zdanie.

Czy momenty i punkty przestrzenne są kauzalnie aktywne czy nie? Stanowiska mnogościowe odpowiadają na to pytanie negatywnie — wynika to stąd, że odmawiają one tej aktywności punktom.

Co się zaś tyczy stanowisk mereologicznych, to zdania są tu podzielone. Substancywizm mereologiczny J. Jadackiego, odrzucając oddziaływanie fizyczne punktów, musi to samo zrobić w odniesieniu do momentów oraz punktów przestrzennych.

Substancywizm mereologiczny H. Fielda jest — jak wiemy — kauzalny: punkty według niego oddziałują fizycznie. Wprawdzie autor ten w ogóle nie wspomina o momentach i punktach przestrzennych, jednak jeśli przypisuje on kauzalną aktywność

punktom, to musi ją również przypisać momentom i punktom przestrzennym. Chyba, że ... odrzuca on istnienie tych przedmiotów czasoprzestrzennych! Nie wyobrażam sobie jednak takiego poglądu. Nie może być również tak, aby przedmioty te istniały, a nie były kauzalnie aktywne, jeśli taka aktywność cechuje punkty.

Zapytajmy na koniec, czy momenty i punkty przestrzenne są indywidualami czy zbiorami (mnogościowymi). Odpowiedź zależy tu ewidentnie od zajmowanego stanowiska.

Tak więc w relacjonizmie momenty i punkty przestrzenne są specyficznymi zbiorami zdarzeń punktowych (*nb.* analogicznie jak same punkty). W substancywizmie mnogościowym są one także pewnymi zbiorami — ale punktów. Dodajmy — w przeciwieństwie do punktów, które są tutaj indywidualami.

W substancywizmie mereologicznym i, jak wiemy, atomistycznym — są one oczywiście indywidualami. Jest to jasne u J. Jadackiego i musi być równie jasne u H. Fielda. Zresztą według obu tych autorów wszystkie przedmioty czasoprzestrzenne (i fizyczne) są indywidualami. Wszak obaj są zwolennikami nominalizmu.

## 6. Punkty a względność

Szczególna teoria względności stwierdza relatywizację (tj. zależność od inercjalnego układu odniesienia) wielu wielkości, relacji i przedmiotów czasoprzestrzennych. Ale nie wszystkich: metryka Minkowskiego czasoprzestrzeni, pewne relacje *stricte* czasoprzestrzenne ( $K$ ) i niektóre relacje czasowe ( $W, R, \bar{W}$ ) oraz relacje przestrzenne ( $L, \bar{L}$ ) są relatywistycznie absolutne. Natomiast inne relacje, chociaż analogiczne — czasowe ( $W_u, R_u, \bar{W}_u$ ) i przestrzenne ( $L_u, \bar{L}_u$ ) — są, jak wiadomo, względne.

A co z przedmiotami czasoprzestrzennymi, tj. punktami ( $p$ ), momentami ( $m_u$ ) oraz punktami przestrzennymi ( $p'_u$ ) *etc.*? To nas właśnie tutaj najbardziej interesuje.

Zastanówmy się najpierw nad punktami. W fizyce uznaje się, że punkty są relatywistycznie absolutne, momenty zaś oraz punkty przestrzenne są relatywistycznie względne.

Co to dokładnie znaczy? Czy na znaczenie to ma jakiś wpływ charakter założonego stanowiska? Zobaczmy, jak wygląda ta sprawa w ramach relacjonizmu (REL). Jeśli punkty są tu zbiorami zdarzeń wzajemnie koincydujących ( $p' = \text{kl}_K$ ), to ponieważ relacja koincydencji  $K$  jest według STW absolutna, to zbiór ten jest absolutny: w każdym układzie inercjalnym jest ten sam, czyli składa się z tych samych zdarzeń. Inaczej mówiąc, jeśli  $y \in \text{kl}_K$  w układzie  $u$ , to w dowolnym układzie  $u' \neq u$  jest  $y \in \text{kl}_K$ .

Jeśli natomiast momenty są zbiorami zdarzeń wzajemnie równoczesnych w układzie  $u$  ( $m'_u = \text{kl}_{R'_u}$ ), to ponieważ relacja równoczesności  $R_u$  jest według STW względna (stąd indeks  $u$ ), w każdym innym układzie inercjalnym  $u'$ , poruszającym się względem  $u$ , zbiór ten jest inny — składa się częściowo z innych zdarzeń, skąd mamy  $m'_{u'} = \text{kl}_{R'_{u'}}$ . Inaczej, jeśli  $y \in \text{kl}_{R'_u}$  (w  $u$ ), to może być w  $u'$ :  $y \notin \text{kl}_{R'_{u'}}$ . To samo odnosi się

do punktów przestrzennych: jeśli  $y \in \text{xl}_{L_u}$  (w  $u$ ), to może być (w  $u'$ ):  $y \notin \text{xl}_{L_{u'}}$ , gdzie  $L_u$  — to relacja kolokacji równie względna, jak  $R_u$ .

Analogicznie, choć nieco inaczej, wygląda omawiana sprawa w substancywizmie mnogościowym (SUBMN). Ponieważ punkty są tu indywidualami, ich absolutny charakter polega na tym, że jeśli w układzie  $u$  zdarzenie  $y$  zachodzi w punkcie  $p$ , dla:  $Z(y, p)$ , to  $y$  zachodzi w każdym innym układzie  $u'$ , poruszającym się względem  $u$ , czyli mamy dla  $u'$ :  $Z(y, p)$ .

Natomiast względność momentów oraz punktów przestrzennych przedstawia się dokładnie tak samo, jak ich względność w ramach relacjonizmu, z tym że — jak wiemy — przedmioty te są swoistymi zbiorami punktów (a nie zdarzeń). Czyli mamy: jeśli  $y \in \text{pl}_{R_u}$  w  $u$ , to w  $u'$  może być:  $y \notin \text{pl}_{R_{u'}}$ ; oraz jeśli w  $u$ :  $y \in \text{pl}_{L_u}$ , to w  $u'$  może być:  $y \notin \text{pl}_{L_{u'}}$ .  $R_u$  i  $L_u$  są według STW relacjami względnymi, tylko określonymi na zbiorze wszystkich punktów ( $CP$ ).

W substancywizmach mereologicznych omawiana sprawa się komplikuje. Występują tutaj istotne trudności w pogodzeniu założonego w nich atomizmu czasoprzestrzennego z względnością czasu i przestrzeni. W niniejszym artykule nie będę się jednak tymi trudnościami zajmować.

### 7. Ocena stanowisk w sprawie punktów

W ocenie stanowisk w sprawie punktów posługiwał się będę w zasadzie tylko dwoma kryteriami: (a) koherencji *resp.* braku kolizji ze współczesnym stanem fizyki (chodzi tu o teorię względności jako teorię czasoprzestrzeni) oraz (b) koherencji z moimi sympatiami filozoficznymi: realizmem mnogościowym oraz fizykalizmem czasoprzestrzennym, według którego to, co fizyczne, ma priorytet nad tym, co czasoprzestrzenne (inaczej — czasoprzestrzeń jest pewną strukturą świata fizycznego).

Najpierw zajmę się stanowiskami mereologicznymi.

W złej sytuacji znajduje się substancywizm H. Fielda. Podstawowy defekt tej konstrukcji — to traktowanie punktów jako przedmiotów kauzalnie aktywnych. To samo dotyczy momentów i punktów przestrzennych. W ten sposób punkty interpretowane są tutaj jako pewne przedmioty fizyczne. Bo cóż bardziej istotnego może charakteryzować te ostatnie, jak nie oddziaływania fizyczne z innymi takimi przedmiotami?

Defekt drugi wynika z pierwszego: 'jeśli słuszna jest inkluzja, że jeśli przedmiot oddziałuje fizycznie, to jest on zlokalizowany ( $D \subset L$ ), to teza H. Fielda o kauzalności punktów implikuje tezę o ich lokalizacji! Ale autor ten nie może — jak suponowałem wyżej — uważać, że przedmioty czasoprzestrzenne są czasoprzestrzennie zlokalizowane. W rezultacie koncepcja jego jest sprzeczna. Chyba że odrzuci on wymienione założenie:  $D \subset L$ . Uwaga: inne trudności tej koncepcji dzieli on z akauzalnym substancywizmem J. Jadackiego.

Substancywizm mereologiczny J. Jadackiego znajduje się w lepszej sytuacji. Jego punkty nie są kauzalnie aktywne ani również czasoprzestrzennie lokalizowalne; to

samo dotyczy obszarów czasoprzestrzennych i całej czasoprzestrzeni. Zauważmy, że jeśli przyjmujemy związek  $D \subset L$  (ergo  $L \subset D$ ), to tutaj z nielokalizowalności wynika akauzalność. Punkty zatem różnią się istotnie od przedmiotów *stricte* fizycznych. W pełni harmonizuje to ze współczesną fizyką.

Niestety, podstawowa idea tego substancywizmu, jak i substancywizmu H. Fielda, koliduje z nią od innej strony. Chodzi mi o atomowość punktów, a stąd traktowanie czasoprzestrzeni jako ziarnistego agregatu wszystkich punktów. Rzecz w tym, że fizyka aktualnie nie akceptuje punktów-atomów, a więc w konsekwencji — odpowiadających im jakichś fizycznych atomów, które są w pierwszych zlokalizowane. Ani żadne uznane teorie fizyczne, ani tym bardziej eksperyment — istnienia atomów czasoprzestrzennych i fizycznych nie stwierdzają.

Być może punkty-atomy istnieją i czasoprzestrzeń ma strukturę ziarnistą, a wraz z nią ma taką strukturę świat fizyczny. I taka idea w wielu wariantach występuje w «stożku wzrostu» fizyki współczesnej, czyli tam, gdzie tworzy się hipotezy i bada je od strony teoretycznej i doświadczalnej. Jednak idea ta nie należy do ciała aktualnej fizyki. J. Jadacki (i H. Field), przyjmując punkty-atomy, winien podać ich rozmiary czasowe (w sek) i przestrzenne (w  $\text{cm}^3$ ). Nie robi tego jednak, bo nie jest w stanie — dane te mogą pochodzić tylko z fizyki. (Uwaga: minimalne wyliczone rozmiary cząstek — to czasowe:  $10^{-24}$  sek i przestrzenne (liniowe):  $10^{-13}$  cm; jest wątpliwe, aby to były atomowe rozmiary czasoprzestrzenne). A zatem jest to na razie jedynie spekulacja ontologiczna, której filozoficzną motywacją jest — mówiąc najogólniej — quasia-reizm.

Stanowiska mnogościowe (SUBMN i REL) unikają defektów cechujących stanowiska mereologiczne. W swoim wspólnym jądrze: punktowości (nierozciągłości) punktów oraz mnogościowości czasoprzestrzeni, bez zgrzytów odpowiadają aktualnemu stanowi fizyki.

Z tych względów darzę je sympatią. Dzielią je jednak pewne wyraźne różnice. Czy punkty są indywiduami (SUBMN), czy może są zbiorami zdarzeń punktowych (REL)? Ten problem nie został dotąd rozstrzygnięty, a — jak sądzę — może tego dokonać jedynie fizyka, nie zaś jej filozofia.

Racje filozoficzne skłaniają mnie do wyboru stanowiska relacjonizmu. Głównym względem jest wspomniany wyżej fizykalizm czasoprzestrzenny. Relacjonizm realizuje go u samych swych podstaw: właśnie przez definicje punktów jako pewnych zbiorów zdarzeń — ergo przedmiotów fizycznych. W rezultacie występuje tu ściślejszy związek czasoprzestrzeni ze światem fizycznym niż np. w substancywizmie mnogościowym.

Nominaliści, *resp.* «mereologięści», za wadę mają fakt, że omawiane stanowiska mnogościowe pociągają realizm mnogościowy, który stwierdza istnienie zbiorów. Zapominają jednak o tym, że stanowiska te biorą przesłanki dla realistycznych konkluzji właśnie z fizyki: stąd przede wszystkim, że czasoprzestrzeń jest w fizyce rozumiana (dosłownie!) jako pewna rozmaitość, a więc pewien zbiór mnogościowy, i że to samo dotyczy wielu innych przedmiotów czasoprzestrzennych, takich jak np. momenty i punkty czasoprzestrzenne. Szczegółowo piszę o tym w artykule [Augustynek 1995].

**Literatura****Z. Augustynek**

- 1987 — „Point-eventism”, *Reports on Philosophy* vol. 1, s. 49-55  
1993a — „Ewentyzm a punktyzm”, *Filozofia Nauki* nr 1, s. 37-47  
1993b — „Lokalizacja i rozciągłość”, *Filozofia Nauki* nr 4, s. 5-21  
1994 — „Z ontologii czasoprzestrzeni”, *Filozofia Nauki* nr 2, s. 5-12  
1995 — „Natura czasoprzestrzeni a istnienie zbiorów”, *Filozofia Nauki* nr 1-2, s. 5-13

**Z. Augustynek and J. Jadacki**

- 1993 — *Possible Ontologies*, Amsterdam-Atlanta, Rodopi

**H. Field**

- 1980 — *Science without Numbers*, Princeton. Princeton University Press  
1989 — *Realism, Mathematics and Modality*, Oxford, Basil Blackwell

**D. Malament**

- 1982 — „Review of Field”, *Journal of Philosophy* vol. 79, s. 523-534