

## **CZASOPRZESTRZENNE HISTORIE - TEORIA I ZASTOSOWANIA** **POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU**

Jest ósma wieczór gdy piszę te słowa i zgodnie z rozkładem jazdy ostatni pociąg do Warszawy odjeżdża za 30 minut z dworca Kraków Główny. Przy lokalizacji mojego mieszkania jest w tym czasie dla mnie wciąż możliwe aby zdążyć na ten pociąg i zobaczyć moją starszą córkę dziś wieczorem w Warszawie. Ale za około 20 minut zniknie możliwość zobaczenia mojej córki dziś wieczorem. Dla mojej żony, która jest teraz w odległej części Krakowa jest już niemożliwe zobaczenie naszej córki dziś wieczorem. Po skończeniu tego zdania wyjdę i pobiegnę na ten pociąg... Udało się. Zobaczenie córki wieczorem przestało być jedynie przyszłą możliwością, stało się faktem.

Ta krótka historia opisuje coś co wszyscy dobrze znamy, a co filozofowie nazywają realnymi możliwościami. Realne możliwości w istotny sposób zależą od czasu i przestrzeni i są dynamiczne, to znaczy zmieniają się systematycznie wraz z upływem czasu. Ta zależność może okazać się skomplikowana ponieważ czas i przestrzeń są skomplikowanymi strukturami opisywanymi przez fizykę, odbiegającymi od zdroworozsądkowych pojęć. Mimo intuicyjnej znajomości realnych możliwości, zjawisko to było mało badane w analitycznej filozofii używającej formalnych metod (logiki matematyki) do analiz zjawisk. Wyjątkiem jest Artura Priora program badania czasu i modalności przy użyciu metod formalnych, z którego obecny projekt bierze inspiracje. Dominują obecnie poglądy neo-humowskie, które redukują realne możliwości do zjawiska językowego, stanów subiektywnych, albo części naszej konceptualnej aparatury pojęciowej; na gruncie tych stanowisk realne możliwości nie są realne, nie są cechą obiektywnego czasoprzestrzennego świata.

Najlepszym matematycznie ścisłym podejściem pokazującym jak spójnie myśleć o realnych możliwościach występujących w czasie i przestrzeni jest aksjomatyczna teoria rozgałęziających się czasoprzestrzennych historii (*branching space-times*, BST) zaproponowane przez Nuela Belnapa w 1992 r. Teoria ta używa technik logiki modalnej i opisuje (rudymetarnie) relatywistyczne czasoprzestrzenie. Model BST składa się ze zbioru możliwych czasoprzestrzennych punktowych zdarzeń uporządkowanych przez relację częściowego porządku interpretowaną jako "... może rzeczywiście wystąpić po ...". Z tego zbioru możliwych zdarzeń wykrawane są szczególne podzbiory interpretowane jako możliwe czasoprzestrzenne historie. Definiowalne pojęcia służą jako podstawowe elementy skonstruowanej przez nas teorii przyczynowości i teorii obiektywnych prawdopodobieństw.

Na dalszy rozwój teorii BST i jej zastosowania w ogólnej metafizyce (do analizy przyczynowości, prwyopodbieństw, czy relatywistycznie poprawnego pojęcia terażniejszości) jak i w filozofii nauki mieli znaczny wpływ Thomas Müller i Tomasz Placek, którzy dołączyli do badań Belnapa w późnych latach 1990-tych. Ci trzej badacze napisali kilkadziesiąt artykułów na temat teorii BST i jej zastosowań. Nie istnieje jednak prezentacja teorii BST w formie książkowej. Co więcej, obecne modele BST mają pewną cechę (występują w nich maksymalne elementy w przecięciu historii), która jest trudna do pogodzenia z własnościami matematycznych struktur (rozmaitości różniczkowych) używanymi przez fizykę do reprezentacji czasoprzestrzeni. Ten stan rzeczy, tj. potrzeba nowej aksjomatycznej bazy dla BST oraz brak prezentacji teorii w postaci książkowej, skłoniło nas (Belnapa, Müllera i Placka) do podjęcia wspólnego zadania konstrukcji nowej teorii BST wraz z zastosowaniami i przedstawienia naszych wyników w postaci książkowej.

Nasze badania naturalnie się dzielą na dwie części. W pierwszej części opracujemy całościową prezentację zrębów teorii BST, wraz z podaniem szczegółowych dowodów. Po dyskusji intuicyjnych motywacji dla pojęć teorii, zdefiniujemy podstawowe metafizyczne pojęcia możliwych historii, zdarzeń i ich możliwych efektów. Podamy nowe aksjomaty BST, które pozwalają odczytać modele BST jako uogólnione (tj. nie-Hausdorffskie) rozmaitości, co pozwala, jak sądzimy, usunąć konflikt między BST a ogólną teorią względności. Udowodnimy użyteczne ogólne fakty o historiach, zdarzeniach i ich możliwych efektach. Rozwiniemy ważne pojęcie tranzykcji (definiowanych jako pary uporządkowanych zdarzeń) i użyjemy ich jako podstawowych struktur w proponowanej teorii indeterministycznej przyczynowości. Zgodnie z tą teorią, sformułowaną w kategoriach oryginalnej teorii BST przez Belnapa (2005b), oboma argumentami relacji przyczynowej są tranzykcje: przyczyną danej tranzykcji jest zbiór elementarnych tranzykcji, z których każda podtrzymuje możliwość tranzykcji-skutku (a nie czyni go koniecznym). Tranzykcje są też ważnym pojęciem teorii kauzalnych prawdopodobieństw (opracowanej, w ramach oryginalnej teorii BST przez Müllera (2005) i Weinerja z Belnapem (2006)): bazowe zbiory kauzalnych przestrzeni probabilistycznych utożsamione są ze szczególnymi zbiorami elementarnych tranzykcji. Dzięki bliskiemu związkowi między takimi zbiorami a przyczynami, pojęcie prawdopodobieństwa jest naturalnie interpretowane jako miara możliwości (obiektywne prawdopodobieństwo pojedynczych tranzykcji). W drugiej części naszych badań zajmujemy się zastosowaniami rozgałęziających się czasoprzestrzennych historii do wybranych problemów w metafizyce i filozofii fizyki. Skupiamy się na reprezentacji, przy pomocy BST, pojęcia indeterminizmu obecnego w tych problemach. Zastosowania dotyczą (1) konstrukcji relatywistycznie adekwatnego pojęcia terażniejszości, (2) analizy nielokalnych kwantowych korelacji i (3) analizy kwestii determinizmu i indeterminizmu ogólnej teorii względności.

Odniesienia literaturowe są podane w sekcji "Literatura" w części "Skrócony opis projektu".