

# **„Musisz mi pomóc, bo zwariuję!”. Rola matematyków w powstaniu i rozwoju ogólnej teorii względności Einsteina**

*Krzysztof Maślanka*

*Instytut Historii Nauki PAN, Warszawa, Kraków*

Szczególna teoria względności Einsteina (1905 r.) zmieniła nasze poglądy na pojęcia dobrze znane z życia codziennego: masa, światło, przestrzeń, czas, prędkość, równoczesność zdarzeń. Z kolei ogólna teoria względności Einsteina (1915 r.) jest obecnie najlepszą, powszechnie przyjętą teorią grawitacji. Posiada ona piękną i naturalną interpretację: grawitacja jest zakrzywieniem czasoprzestrzeni. Wszystkie jej przewidywania zostały doskonale potwierdzone przez doświadczenie; stąd częsty slogan: „Einstein miał rację”. Najnowszym, spektakularnym jej sukcesem było odkrycie fal grawitacyjnych, uhonorowane nagrodą Nobla (2017 r.). Nie każdy wie, że używając systemu globalnej nawigacji satelitarnej GPS korzysta z przewidywań zarówno szczególnej jak i ogólnej teorii względności

Prawdziwym zmartwieniem fizyków jest to, że tej pięknej teorii nie udało się dotąd pogodzić z mechaniką kwantową, czyli bardzo udaną teorią opisującą obiekty mikroświata, posiadającą wiele zastosowań, bez których trudno dziś sobie, zwłaszcza ludziom młodym, wyobrazić życie codzienne. Chodzi tu m. in. o elektronikę układów scalonych będących sercem komputerów czy smartfonów.

Przez długi czas utrzymywało się przekonanie, że o ile w przypadku szczególnej teorii względności kilku fizyków (np. H. Lorentz) i matematyków (np. H. Poincaré) przeczuwało potrzebę radykalnych zmian w poglądach na czas i przestrzeń oraz hipotetyczny eter, w którym jakoby propaguje się światło, to w przypadku ogólnej teorii względności Einstein pracował samotnie i ukończył ją niezależnie. Pogląd taki wyraził m. in. wybitny fizyk Wolfgang Pauli. Fakt, że Einstein w swych pracach praktycznie nie cytował innych autorów, zdawał się to potwierdzać. Staranna analiza pokazuje jednak, że udział matematyków, zarówno w powstaniu, jak i w rozwoju ogólnej teorii względności był bardzo znaczący.

Oczywiście, nie mam zamiaru umniejszać zasług Einsteina, bez którego przenikliwej intuicji geometryczna teoria grawitacji długo jeszcze nie zostałaby sformułowana. Pozostanie ona na zawsze „największym osiągnięciem myśli ludzkiej w kwestii praw przyrody” (fizyk Max Born), jako „najbardziej subtelny przejaw rozumowania abstrakcyjnego” (John D. Norton, współczesny amerykański historyk i filozof nauki).

Jednak faktem jest, że w trakcie długiej pracy nad tą teorią Einstein wielokrotnie błędził i potrzebował fachowej pomocy matematyków, czego najbardziej wymownym przykładem jest dramatyczny fragment jego listu do oddanego przyjaciela, matematyka Marcela Grossmanna:

„...musisz mi pomóc, bo zwariuję!”. Trzeba też podkreślić, że z upływem czasu Einstein radykalnie zmienił swój stosunek do samej matematyki – od dość lekceważącego do pełnego szacunku i pokory: „...nabrałem niezwykłego szacunku dla matematyki, której bardziej subtelne dziedziny uważałem dotychczas – w swojej naiwności – za czysty luksus!” (list do Arnolda Sommerfelda, 1912 r.).

\*

Licznych matematyków, których nazwiska związały się na trwałe z ogólną teorią względności Einsteina można podzielić na cztery grupy:

- matematycy żyjący przed Einsteinem, którzy całkowicie **nieświadomi znaczenia swych prac dla fizyki** przygotowali niezbędny język oraz formalizm dla przyszłej teorii grawitacji: Gauss, Riemann, Codazzi, Mainardi, Weingarten, Peterson, Christoffel, Ricci i in.

- matematycy współcześni Einsteinowi, którzy, na różne sposoby, **efektywnie bardzo mu pomogli**: Geiser, Grossmann, Minkowski, Pick, Levi-Civita,...

- matematycy, których ogólna teoria względności **skutecznie zainspirowała** przez zwrócenie uwagi na wagę koncepcji geometrycznych w fizyce: Hilbert, Weyl, É. Cartan, Gödel, Schouten, Lense,...

- matematycy, którzy po śmierci Einsteina **efektywnie i twórczo rozwijali jego idee**, w szczególności postawili ściśle problem warunków początkowych dla równań pola grawitacyjnego i przygotowali grunt pod intensywnie teraz rozwijane podejście numeryczne, które, dzięki postępowi w dziedzinie niezwykle czułych detektorów, zaowocowało m. in. odkryciem wspomnianych wyżej fal grawitacyjnych: Lichnerowicz, Choquet-Bruhat, York, Moncrief, Fischer,...