

Streszczenie

Fizyczna interpretacja czasoprzestrzeni z parametrem NUTa przysparza problemów jak niewiele innych ścisłych rozwiązań Równań Einsteina. Czasoprzestrzeń Tauba-NUTa (najprostsza w tej rodzinie) została okrzyknięta przez Charlesa Misnera "kontrprzykładem do prawie wszystkiego"¹. Chociaż są bezpośrednim i próżniowym uogólnieniem czasoprzestrzeni Schwarzschilda, to nie są asymptotycznie płaskie. Zawierają zamknięte i czasowe krzywe blisko osi symetrii oraz dopuszczają dwa nierównoważne maksymalne rozszerzenia². Problemy te związane są blisko związane z obecnością osi rotacji w czasoprzestrzeni. Zwykle wiąże się je z osobliwością stożkową czasoprzestrzeni, a co za tym idzie z obecnością kosmicznej struny (czasem zwanej też struną Misnera). Misner zaproponował interpretację zmieniającą topologię czasoprzestrzeni do produktu trójwymiarowej sfery oraz prostej rzeczywistej. Kluczowym elementem jego interpretacji było wprowadzanie cyklicznej, czasowej (w zewnętrznym regionie czarnej dziury) współrzędnej. Skutkiem tego w tej interpretacji przez każdy punkt tak zwanych regionów NUTa przebiegają zamknięte krzywe czasowe, co jeszcze bardziej utrudnia fizyczną interpretację.

W tej rozprawie rozszerzam nieosobliwą interpretację Misnera do szerszej klasy rozwiązań z parametrem NUTa zawartych w rodzinie rozwiązań Plebańskiego-Demiańskiego, zawierających parametr Kerra, przyspieszenie, stałą kosmologiczną oraz ładunki elektromagnetyczne. Okazuje się, że zawsze istnieje pole wektorowe Killinga posiadające gładką przestrzeń orbit oraz indukujące w czasoprzestrzeni strukturę wiązki głównej z grupą $U(1)$. Składniki te są wykorzystane do konstrukcji nieosobliwych czasoprzestrzeni. Potencjalnym zastosowaniem powyżej konstrukcji są niejednorodne modele kosmologiczne.

Czasoprzestrzenie z parametrem NUTa są ściśle powiązane z horyzontami czarno-dziurowymi o topologii trójwymiarowej sfery. Co interesujące dzielą się one na dwa typy, w zależności od tego czy symetria $U(1)$ jest zerowa na horyzoncie. Równanie Typu D, będące od niedawna w arsenale relatywistów matematycznych, pozwala na uzyskanie geometrii Izolowanych Horyzontów, będących lokalnym uogólnieniem horyzontów Killinga. W niniejszej pracy, zostanie wprowadzony i zbadany nowy rodzaj Izolowanych Horyzontów posiadających symetrię $U(1)$ transwersalną do zerowej symetrii. Rozwiązania równania Type D Petrova zadane na horyzontach o powyższej strukturze będą porównane z horyzontami Killinga w (przyspieszonych) czasoprzestrzeniach Kerra-NUTa-(anty-) de Sitter.

Czasoprzestrzenie z parametrem NUTa dopuszczają uogólnienie zawierającą wyróżnioną rodzinę dwu wymiarowych powierzchni o znikającej lub ujemnej krzywiznie. Po kompak-

tyfikacji do przestrzeni Riemanna o niezerowym genusie czasoprzestrzenie te w naturalny sposób posiadają topologię nietrywialnej wiązki. Pełna rodzina Izolowanych Horyzontów o strukturze wiązki głównej z grupą $U(1)$ nad zwartymi powierzchniami Riemanna jest konstruowana i badana dzięki rozwiązaniom równania Typu D. Ich przestrzenie zanurzające są znalezione, są one lokalnie izometryczne do uogólnionych czasoprzestrzeni Tauba-NUTa-(anty-) de Sittera.