

Teoria kwantowa stanowi jeden z głównych filarów naszego rozumienia i formalnego opisywania przyrody. Jest doskonale potwierdzoną empirycznie konstrukcją formalną. Mimo wielu lat ciągłych postępów eksperymentalnych i nieustannym falsyfikowaniu teorii nie udało się znaleźć zjawiska sprzecznego z jej przewidywaniami. Te nieodmiennie sprawdzające się przewidywania umożliwiły zajście niezwyklej zmian w ciągu ostatnich 80 lat w życiu ludzi jako jednostek oraz Ludzkości w ogóle. Pomimo wieloletnich ciągłych prób, nie udało się też znaleźć powszechnie akceptowanego sposobu interpretacji matematycznego formalizmu tej teorii. Fenomen kwantowych korelacji, a w szczególności kwantowego splątania, uważany jest za najbardziej niezwyklej i wymykający się naszemu klasycznemu rozumowaniu. Jego istota została dostrzeżona bezpośrednio po sformułowaniu matematycznych podstaw nierelatywistycznej mechaniki kwantowej. Wieloletnie zmagania koncepcyjne z "tajemniczym działaniem na odległość" rozpoczęły się od fundamentalnej pracy Einsteina, Podolskiego i Rosena. Dziś już jednak wiemy, że kwantowe splątanie — ciągle pozostając wielką zagadką — daje się realizować eksperymentalnie, kontrolować i wykorzystywać do pewnych nietrywialnych zadań. Należą do nich m.in.: bezpieczna komunikacja kwantowa, obliczenia kwantowe, kwantowe klonowanie, a także kwantowa teleportacja. Tak obiecujące perspektywy praktycznego wykorzystania tego zasobu, jakim może być kwantowe splątanie, jasno ukazują wagę wysiłków zmierzających do lepszego teoretycznego zrozumienia potencjalnych dróg jego zastosowania.

W projekcie pragniemy skupić się głównie na zjawisku teleportacji kwantowej. Mówiąc dokładniej celem będzie podanie **nowych protokołów teleportacji kwantowej**, które nie wymagają procesu korekcji po stronie odbiorcy oraz badania nad ich możliwymi zastosowaniami w dziedzinie. Okazuje się, że wspomniany brak korekcji prowadzi do wielu ciekawych i nietrywialnych zastosowań takich jak nowe ataki kryptograficzne czy nowe ścieżki badań związków pomiędzy teorią złożoności a nielokalnością. Badania będą polegały na pełnym opisie efektywności zaproponowanych protokołów oraz opisie ich wewnętrznej matematycznej struktury sugerowanej poprzez teorię reprezentacji grup i algebr skończonych. W drugiej kolejności planuje się wykorzystać wypracowane narzędzia do **alternatywnego opisu pojemności kanału kwantowego**, co stanowi jedno z największych wyzwań współczesnej teorii informacji kwantowej. Trzeci projekt poświęcony będzie badaniu **równoległego użycia protokołów teleportacji** w kontekście zjawiska superaddytywności. Równolegle prowadzone będą także badania nad **nowymi narzędziami matematycznymi**, niezbędnymi do osiągnięcia wyżej opisanych celów, które same w sobie powinny w opinii autora wniosku stanowić wartościowe rezultaty.

Podsumowując mamy nadzieję, że nasze badania przyczynią się do lepszego zrozumienia zjawiska kwantowej teleportacji, także z punktu widzenia praktycznych zastosowań, oraz że również przyczynią się do rozwoju dyscypliny naukowej jaką jest teoria kwantowej informacji.