

Nieprzewidywalność wyników pomiarów kwantowych stanowi jedną z głównych cech mechaniki kwantowej, będącej teorią u samych podstaw probabilistyczną. Przykładowo, słynny paradoks Einsteina-Podolskiego-Rosena i związane z nim „upiorne oddziaływanie na odległość” może być rozumiane jako napięcie pomiędzy pomiarem wykonywanym lokalnie a wysoce nielokalnym stanem dwóch fotonów. Wyniki tego pomiaru są losowe, jednak perfekcyjnie zsynchronizowane. Ten szczególny problem spędził sen z powiek największym naukowcom, takim jak Einstein czy Bell, znany z nierówności Bella, ograniczających możliwe korelacje pomiędzy wynikami pomiarów; ich złamanie zadaje kłam światu rozumianemu jako obiekt klasyczny.

Pomiar w mechanice kwantowej może być powiązany z problemem **wyznaczania** stanów kwantowych, znany również jako **tomografia stanów kwantowych**. Problem ten jest skomplikowany, ponieważ liczba parametrów określających stan układu kwantowego złożonego z n qubitów rośnie eksponencjalnie z ich liczbą. Dla układu o ustalonym rozmiarze istnieją protokoły pełnej tomografii kwantowej, a wśród nich te, które dostarczają maksymalnej informacji o badanym stanie.

W ramach tego projektu podejmujemy blisko związany problem: jak skonstruować pomiar kwantowy, który będzie optymalny przy wybranych ograniczeniach dotyczących informacji uzyskanych z różnych podukładów. Zamierzamy przeanalizować powyższy problem zarówno od strony teoretycznej, jak i eksperymentalnej, wyznaczając teoretyczne ograniczenia nałożone na takie pomiary oraz opisując konkretne realizacje eksperymentalne dla nich.

W szczególności, badane będzie zagadnienie schematów dla uogólnionych pomiarów kwantowych wykonywanych na pojedynczym podukładzie, które pozwalają na uzyskanie maksymalnej informacji na temat układu złożonego z dwóch podsystemów. Podobne zagadnienia zostaną przestudiowane również dla układów kwantowych złożonych z wielu elementów, dla których informacja będzie rejestrowana jedynie w części z podukładów. Wyniki tego projektu mają szansę znaleźć zastosowanie w przyszłych eksperymentach związanych z przetwarzaniem informacji kwantowej oraz obliczeniami kwantowymi.