

Odkrycie wysokotemperaturowego nadprzewodnictwa (WTN) w 1986 roku w temperaturze ok. 35 K, w związkach tlenków miedzi (miedziany, ang. cuprates) zaprzeczyło dotychczasowym paradygmatom teoretycznym ograniczającym powstawanie nadprzewodnictwa do bardzo niskich temperatur (rzędu kilku Kelwinów). Teoria zaproponowana przez J. Bardeena, L.N. Coopera i J.R. Schrieffera w 1957 roku, która wyjaśniała zjawisko bezoporowego transportu ładunku w nadprzewodnikach konwencjonalnych za pomocą wzbudzeń bozonowych musiała zostać zweryfikowana. Doprowadziło to do powstania wielu nowatorskich koncepcji teoretycznych, a także ulepszenia oraz wytworzenia nowych narzędzi eksperymentalnych. Jednak pomimo wieloletnich wysiłków, mechanizm WTN do dzisiaj nie został w pełni wyjaśniony. Sformułowanie jednorodnej teorii jest szczególnie trudne ze względu na złożony skład chemiczny miedzianów, bogactwo ich diagramów fazowych oraz występowanie korelacji magnetycznych i ładunkowych, które oddziałują z nadprzewodnictwem.

Dotychczasowe badania naukowe skupiały się na określeniu czynników, które poszerzałyby zakres temperaturowy, w którym obserwowane jest nadprzewodnictwo, co potencjalnie mogłoby prowadzić do wykorzystania nadprzewodników w technologiach dostępnych w temperaturach pokojowych. Pomimo znaczącego postępu, który pozwolił na podniesienie temperatury przejścia do stanu nadprzewodzącego do 166 K, sam mechanizm pozostaje niewyjaśniony. Celem naszego projektu jest przeprowadzenie badań eksperymentalnych, które będą miały znaczący wkład w zrozumienie zjawiska WTN, jednak dobranych tak, aby dokładnie określić mechanizm odpowiedzialny za zmianę temperatury krytycznej. W naszym nowatorskim podejściu wykorzystamy zewnętrzne parametry, takie jak ciśnienie jednoosiowe, pole magnetyczne oraz podstawienie izomeryczne, których zastosowanie skutkuje obniżeniem temperatury przejścia, ale bez znacznych zmian właściwości stanu normalnego, z którego to nadprzewodnictwo się wyłania. Zmiany temperatury przejścia i własności przewodzących miedzianów będą obserwowane za pomocą pomiarów efektu Halla, oporu elektrycznego, czy też magnetooporu. Jednocześnie, wykorzystując nowoczesne techniki synchrotronowe będziemy monitorować symetrię sieci krystalicznej, jej dynamikę, a także wpływ wzbudzeń elektronowych na zaburzenie nadprzewodnictwa. Określenie czynników mających niszczący wpływ na WTN pozwoli wyłonić te, które są istotne i powinny zostać uwzględnione przy budowaniu spójnego modelu wyjaśniającego fenomen nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego.

Aby uniknąć komplikacji wynikających z różnic strukturalnych pomiędzy różnymi związkami, wszystkie badania przeprowadzone zostaną głównie dla jednego materiału, modelowego, strukturalnie prostego nadprzewodnika  $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+d}$ . Wybór ten zmotywowany jest ogromną ilością zgromadzonych przez nas danych eksperymentalnych, ale przede wszystkim odkryciem zjawisk takich jak uporządkowanie ładunkowe lub dynamiczne korelacje ładunkowe. Dalsze badania tych zjawisk, a w szczególności ich związku z nadprzewodnictwem, będą przedmiotem naszej pracy w ramach realizowanego projektu.

Projekt obejmuje rozwój infrastruktury badawczej w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Ponadto w jego ramach zaplanowano rozszerzenie współpracy z Uniwersytetem Technicznym w Wiedniu przodującym w rozwoju technik aplikacji ciśnienia jednoosiowego. Podjęta zostanie również ścisła współpraca z Uniwersytetem w Zagrzebiu, a w szczególności z laboratorium wzrostu kryształów, gdzie produkowane będą monokryształy nadprzewodników wysokotemperaturowych.