

Tło projektu / stan wiedzy. Nadprzewodnictwo to niezwykle zjawisko fizyczne polegające na tym, że przepuszczanie przez dany materiał (zwany nadprzewodnikiem) prądu elektrycznego nie napotyka na żaden opór, nie ma więc strat energii. Daje to olbrzymie korzyści, pozwalając zaoszczędzić pieniądze lub zmniejszyć produkcję prądu elektrycznego (co powinno skutkować obniżeniem poziomu zanieczyszczenia środowiska przez naszą szybko rozwijającą się cywilizację). Dzięki nadprzewodnikom możemy też budować bardzo szybkie pociągi lewitujące na tzw. poduszce magnetycznej, silne magnesy niezbędne do badań medycznych z użyciem rezonansu magnetycznego, oraz ultra-szybkie procesory komputerów nowej generacji (już w 1988 r. zbudowano prototyp procesora 1 GHz opartego o nadprzewodnik!). Niestety, by osiągnąć stan nadprzewodzący należy materiały chłodzić, najczęściej znacznie tzn. aż do temperatury bliskiej zera bezwzględnego ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$); bardzo ogranicza to stosowalność tych fascynujących materiałów. Mimo to, od ponad 100 lat fascynują one naukowców, także ze względu na matematyczne piękno w nich ukryte (*zerowy opór, nieskończone* przewodnictwo elektryczne, a tzw. podatność magnetyczna każdego nadprzewodnika równa się dokładnie *minus 1* – a zatem namacalnie dotykamy abstrakcyjnych pojęć: zera, nieskończoności, i prostej liczby ujemnej). Nie powinien zatem dziwić fakt, że za badania nadprzewodników przyznano już kilka Nagród Nobla, najwięcej jak na jedno stosunkowo wąskie pole badań. Głównym celem badaczy jest podniesienie temperatury, w której nadprzewodniki ujawniają swoje niezwykle właściwości.

Cel projektu i powody podjęcia danej tematyki badawczej. Znanych jest wiele rodzin materiałów nadprzewodzących, ale w warunkach ciśnienia panującego na powierzchni Ziemi (1 atmosfera) tylko jedną rodzinę nadprzewodników trzeba chłodzić „stosunkowo niewiele” tzn. do temperatury $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$. Są to tlenki miedzi (związki chemiczne zawierające miedź i tlen), znane nauce od ponad 30 lat. W pracy teoretycznej z 2001 r. (współautorstwa kierownika niniejszego projektu) zasugerowano szereg istotnych podobieństw między tlenkami miedzi i fluorkami srebra (t.j. związkami zawierającymi srebro i fluor) wskazując na możliwość uzyskania nadprzewodnictwa także w tej drugiej rodzinie materiałów. Kolejne lata żmudnych badań dostarczyły nam eksperymentalnego potwierdzenia wszystkich sugerowanych w tej pracy podobieństw; pokazano nawet, że pod pewnymi względami fluorki srebra mogą być lepszymi kandydatami na nadprzewodniki niż tlenki miedzi. Ostatni etap jaki stoi przed badaczami, to *domieszkowanie*. Polega ono na takiej chemicznej modyfikacji materiału, by jego wzór nie mógł być wyrażony za pomocą prostych liczb (np. jak we wzorze soli kuchennej NaCl tzn. Na_1Cl_1), lecz by wymagał użycia ułamków (np.: $\text{Na}_1\text{Cl}_{0,895}$). Dokładnie tego typu modyfikacja tlenków miedzi owocuje pojawieniem się w nich nadprzewodnictwa, i to właśnie jest celem niniejszego projektu – tyle, że w stosunku do fluorków srebra. Nie jest to jednak łatwe zadanie i nie każdy związek chemiczny da się w ten sposób zmodyfikować w pożądanym stopniu; duże doświadczenie kierownika niniejszego projektu oraz współpracujących z nim na tym polu od lat badaczy z całego świata uzasadniają podjęcie realizacji niniejszego projektu ze zwornikiem decyzyjnym w Polsce.

Opis przewidzianych do realizacji badań. Projekt ma naturę interdyscyplinarną i będzie realizowany w szerokiej współpracy międzynarodowej. Czterej światowej klasy eksperci ze Słowenii, Włoch, USA, oraz Singapuru, będą oficjalnymi partnerami naukowców polskich w projekcie. Ponadto projekt angażuje wielu innych badaczy z Chin, Wielkiej Brytanii, Szwajcarii, Gruzji, Słowacji, Włoch, USA, i Polski. Chemiczy zajmą się tym, w czym są niezastąpieni, czyli syntezą materiałów. Kluczowy jest jednak udział fizyków, których głębokie rozumienie właściwości kryształów będzie niezbędne do skutecznej realizacji projektu. Głównym materiałem wyjściowym będzie tzw. dwufluorek srebra o wzorze AgF_2 . Będziemy modyfikować ten prekursor na bardzo różne sposoby, wykorzystując zaawansowane techniki tzw. inżynierii krystalicznej, oraz syntezując również związki chemiczne o niespotykanym dotychczas składzie. Badać będziemy przede wszystkim strukturę uzyskanych materiałów tzn. sposób, w jaki ułożone są w nich atomy, ale także wiązania chemiczne w nich występujące, oraz właściwości elektryczne, magnetyczne, i in. Szukać będziemy oczywiście cech znamienych dla nadprzewodników. Olbrzymim wsparciem w projekcie będą dla nas obliczenia teoretyczne z użyciem superkomputerów ośrodka ICM na Uniwersytecie Warszawskim; dzięki obliczeniom zrozumiemy dużo lepiej naturę próbek, które spreparujemy.

Wpływ spodziewanych rezultatów na rozwój nauki i korzyści dla społeczeństwa. Ambicją naszą jest stworzyć nowe, lepsze nadprzewodniki, które mogłyby być wykorzystywane bez konieczności chłodzenia ich – to nietrywialny cel naukowy i choćby stopniowe przybliżanie się doń ma istotną wartość. Chcemy także utrzymać wiodącą pozycję ośrodka warszawskiego na tym polu badawczym. W odległej perspektywie czasowej nie można wykluczyć dalej idących skutków dla kraju i społeczeństwa. Zważmy, iż wg. Raportu Geologicznego USA, Polska dysponuje *największymi* udokumentowanymi złożami srebra na świecie – to nasz „klejnot koronny”, lecz większość rudy przerabiana jest obecnie na sztaby metalu – zamiast na wysokie technologie – i odsprzedawana pół-darmo spekulantom giełdowym. Być może uda się w oparciu o niniejsze badania podstawowe w przyszłości znaleźć nowe ciekawe zastosowania tego cennego, półszlachetnego metalu, z dużo większym zyskiem dla naszego społeczeństwa i kraju.