

Od wielu lat duży zainteresowaniem cieszą się badania materiałów z tzw. silnie skorelowanymi elektronami, które cechuje duża wartość masy efektywnej elektronu, nowe właściwości nadprzewodnicze i własności termoelektryczne. Pod pojęciem „silnie skorelowane elektrony” kryje się fizyka wzajemnych oddziaływań pomiędzy pojedynczymi elektronami. W klasycznych ciałach stałych elektrony walencyjne są albo ściśle związane z atomami w sieci krystalicznej (izolatory), albo mogą swobodnie przepływać przez materiał i mogą być opisane w sposób podobny do opisu zachowania płynów (przewodniki) przy pominięciu oddziaływań elektron-elektron. Jednak w niektórych związkach ani jeden z tych opisów nie jest wystarczający do opisu ich właściwości. Takie materiały wykazują różne egzotyczne stany kwantowe (tj. izolator Kondo, silny Kondo, przejście metal-izolator, nadprzewodnictwo, ciecze Fermiego, kwantowy punkt krytyczny), które w znacznym stopniu determinują ich własności termoelektryczne i cieplne. Projekt naszych badań skupia się na jednym z interesujących tematów, dotyczącym własności termoelektrycznych podgrupy silnie skorelowanych materiałów, jakim są tzw. izolatory Kondo. Głównym cechem izolatorów Kondo jest przejście metal-izolator w bardzo niskich temperaturach (<100 K).

Izolatory Kondo są interesujące nie tylko ze względu na potencjalne zastosowanie w urządzeniach termoelektrycznych (np. w przemyśle kosmicznym), ale również z uwagi na rozmaite efekty fizyczne wynikające z korelacji, które same w sobie są ważnymi tematami badań podstawowych. W zjawisku termoelektrycznym istotną rolę odgrywają wielkości fizyczne: termosila, przewodnictwo cieplne ( $\kappa$ ) i oporność elektryczna ( $\rho$ ), a parametrem charakteryzującym wydajność termoelektryczną jest tzw. współczynnik  $ZT = S^2 T / \rho \kappa$  (figure of merit). Wśród izolatorów Kondo, wiele charakteryzuje wysoka termosila  $S$ , co zachęca do badań nad ich właściwościami termoelektrycznymi. Aby materiał był dobrym materiałem termoelektrycznym, nie wystarczy tylko wysoka termosila, ale również niskie przewodnictwo cieplne oraz niski opór elektryczny (patrz wzór na  $ZT$ ). Na szczęście, w dużym stopniu możemy sterować tymi parametrami poprzez modyfikację materiału na poziomie nanostrukturalnym. Możemy na przykład spróbować ograniczyć przewodnictwo cieplne poprzez tworzenie próbek o wysokiej ziarnistości, w których odległości pomiędzy granicami ziaren są rzędu nanometrów. Generalnie, takie defektowanie materiału powoduje zaburzenie zarówno transportu cieplnego (wzrost  $ZT$ ) jak i elektrycznego (spadek  $ZT$ ) i niekoniecznie musi prowadzić do poprawienia własności termoelektrycznych. Jednak w specyficznych warunkach zmiana parametrów  $\kappa$  i  $\rho$  poprzez tworzenie nanostrukturalnych materiałów może doprowadzić do wzrostu wydajności  $ZT$ .

Ostatnie przewidywania teoretyczne sugerują, że właśnie w przypadku izolatorów Kondo taki zabieg może zadziałać. Słone dla nas główną motywacją prowadzonego projektu, który zakłada poszukiwanie izolatorów Kondo o wysokiej termosile oraz badania ich granulatów. Granulaty są uzyskiwane poprzez mielenie polikrystalicznych materiałów oraz prasowanie uzyskanych proszków w prasie hydraulicznej. Następnie, szereg kompleksowych pomiarów strukturalnych elektrycznych i transportu cieplnego, pozwala na analizę i opis własności strukturalnych oraz termodynamicznych i termoelektrycznych, zarówno dla materiałów litych jak i ich granulatów.