

## **Cel projektu**

Zaawansowane badania prowadzone w ostatnich kilkunastu latach doprowadziły do uzyskania w stopach Ni-Mn-Ga dużego efektu pamięci kształtu w formie magnetycznie indukowanego odkształcenia na poziomie 12% wartości odkształcenia liniowego, przy dobrej powtarzalności oraz częstotliwości pracy rzędu 1-2 kHz. Zjawisko to jest nierozdzielnie związane z występowaniem odwracalnej przemiany martenzytycznej oraz z procesem bliźniakowania mechanicznego. Z uwagi na niską symetrię układu martenzytycznego wykazują one duży stopień złożoności związany z dużą liczbą wariantów martenzytu. Skutkuje to ściśle hierarchiczną budową granic bliźniaczych struktur samo-akomodowanych (ang. *self-accommodation*). Dlatego podstawowym celem projektu jest określenie roli różnych granic bliźniaczych w tym roli periodycznych lub częściowo periodycznych zaburzeń strukturalnych, takich jak modulacja oraz inwersyjne błędy ułożenia na strukturę krystaliczną oraz magnetycznie indukowane odkształcenie. Pełna charakterystyka mikrostrukturalna pozwoli również na wskazanie udziału poszczególnych składowych mikrostruktury do krytycznego naprężenia bliźniakowania oraz na wyeliminowanie składowych niekorzystnych i w konsekwencji poprawę efektu magnetycznie indukowanego odkształcenia. Zastosowanie odpowiedniej obróbki magneto-mechanicznej doprowadzi do stricte jednowariantowego układu dla struktur o pięciokrotnej i siedmiokrotnej modulacji. Przyczyni się to z kolei do poznania rzeczywistej struktury krystalicznej jak i elektronowej tych materiałów. Takie podejście pozwoli na jakościową oraz ilościową weryfikację modelu nanobliźniakowania używanego w koncepcji adaptacyjnych struktur martenzytycznych poprzez porównanie rzeczywistych i symulowanych obrazów dyfrakcyjnych.

Jednocześnie ujęte zagadnienie wpiszę się w szerszą tematykę określoną w proponowanym programie badawczym a mianowicie tzw. *"inżynierie granic bliźniaczych"*. Będzie ono polegać na projektowaniu, wykonaniu oraz zbadaniu poszczególnych konfiguracji granic bliźniaczych o specjalnym przeznaczeniu. Efekt końcowy zakłada otrzymanie oraz optymalizację następujących efektów: magneto-elastyczności, magneto-plastyczności lub pseudoelastyczności wspomaganej magnetycznie.

## **Realizowane badania**

W projekcie zakłada się wnikliwą charakterystykę mikrostrukturalną monokryształów Ni-Mn-Ga o pięciokrotnej oraz siedmiokrotnej modulacji. W tym celu zostaną zastosowane najnowocześniejsze techniki badawcze takie jak transmisyjna oraz skaningowa mikroskopia elektronowa uzupełnione badaniami z wykorzystaniem wysokoenergetycznej wiązki synchrotronowej. Eliminacja poszczególnych elementów mikrostruktury zostanie wykonana poprzez mechaniczne trenowanie tj. sukcesywne ściskanie lub rozciąganie materiału. Ponadto przeprowadzone badania in-situ interakcji granic bliźniaczych ujawnią bezpośrednio skutki nachodzenia i przecinania się granic bliźniaczych. W konsekwencji pozwoli to na dużo lepsze zrozumienie oraz kontrolę poszczególnych konfiguracji granic bliźniaczych oraz wykorzystanie ich funkcji programowalnych.

## **Powody podjęcia tematyki**

Podjęta tematyka badawcza ma duże znaczenie zarówno w wymiarze nauk podstawowych, jak i praktycznych zastosowań. Wyjaśnienie złożonych mechanizmów wzajemnych relacji pomiędzy mikrostrukturą a strukturą krystaliczną będzie mieć nowatorski charakter oraz pozwoli na jednoznaczne potwierdzenie lub wykluczenie adaptacyjnej koncepcji faz modulowanych. Z kolei w wymiarze praktycznym badanie te pozwolą na optymalizację samego efektu magnetycznie indukowanego odkształcenia jak i również na otrzymanie oraz wykorzystanie następujących efektów: magneto-elastyczności, magneto-plastyczności lub pseudoelastyczności wspomaganej magnetycznie. Wymienione efekty mogą znaleźć potencjalne zastosowanie w odniesieniu do rozwiązań mechatronicznych w tym zarówno sensorów, aktuatorów jak i specjalistycznych pomp.