

“Nauka zaczyna się od wizji. Myśl naukowa karmi się zdolnością ‘widzenia’ rzeczy inaczej niż dotychczas.”

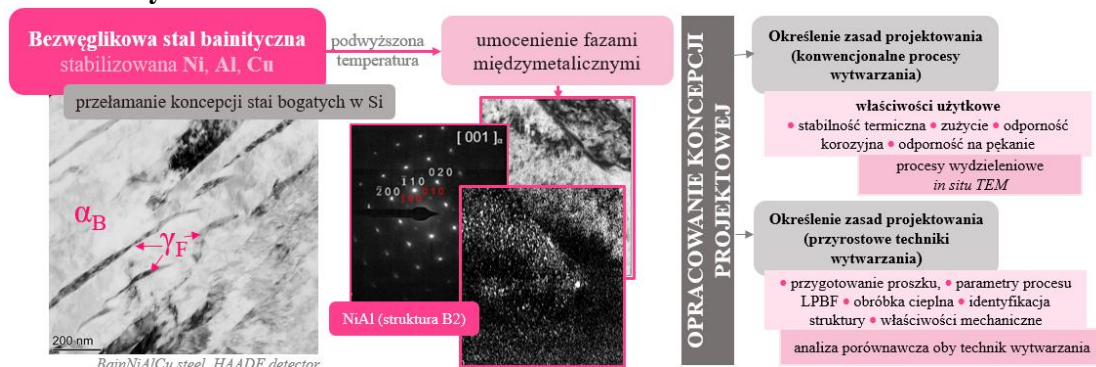
[Carlo Rovelli; Seven Brief Lessons on Physics]

Chociaż z naukowego punktu widzenia tematyka stali wydaje się być dobrze poznana to nadal istnieją istotne wyzwania naukowe wymagające rozwiązania. Głównym celem tego projektu jest **opracowanie nowatorskiego podejścia do projektowania nanokrystalicznych stali bainitycznych** i wyjaśnienie podstawowych procesów kinetyki przemiany bainitycznej oraz mechanizmów umocnienia. Odmienne podejście do projektowania stali bainitycznych o niekonwencjonalnym składzie chemicznym stanowi znaczący krok w kierunku poprawy właściwości użytkowych nanokrystalicznych stali bainitycznych. Zaproponowana strategia skupia się na **synergistycznym połączeniu mechanizmów umocnienia** typowych dla stali **bainitycznych** i **maraging**. Chociaż taka synergia wydaje się być wykluczająca, to biorąc pod uwagę najnowsze doniesienia literaturowe, staje się ona perspektywicznym kierunkiem badań.

Stale bainityczne charakteryzują się ograniczonymi właściwościami użytkowymi, co obecnie stanowi wyzwanie przemysłowe. Projekt obejmuje badania podstawowe, które w dłuższej perspektywie czasu mogą zostać ukierunkowane na badania technologiczne i uprzemysłowienie. Potencjalne zastosowania obejmują części narażone na działanie podwyższonych temperatur i wymagające wysokich właściwości mechanicznych (np. *systemy wtrysku paliwa, narzędzia kuźnicze do obróbki na ciepło i na gorąco*).

Opracowanie innowacyjnych stali bainitycznych umacnianych fazą międzymetaliczną wymaga „spojrzenia wstecz” do podstaw przemian fazowych występujących w stalach stali oraz ponownego rozważenia zasad projektowych. Istotą badań stali umacnianych fazami międzymetalicznymi jest zaawansowana, dedykowana metodyka badawcza, umożliwiająca zarówno jakościową, jak i ilościową ocenę faz międzymetalicznych i węglików. Z metodologicznego punktu widzenia zakres projektu obejmuje zastosowanie niszej techniki in situ **TEM** (Transmisyjna Mikroskopia Elektronowa) w warunkach ogrzewania/chłodzenia i odkształcenia, metody dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (**EBSD**), dyfrakcji rentgenowskiej (**XRD**) oraz wykorzystanie dużej aparatury badawczej – Atom Probe Tomography (**APT**). Należy również podkreślić, że procesy wydzieleniowe w stalach maraging są złożone i nadal stanowią przedmiot badań naukowców, a stale bainityczne umacniane fazami międzymetalicznymi niszczą w tym obszarze badań. Odnosząc się do wspomnianych argumentów, przedmiotem głównego zainteresowania grupy badawczej będzie zrozumienie sekwencji wzrostu aluminidku niklu (struktura B2, nazywana również jako β_{NiAl}) z uwzględnieniem wpływu Cu.

Oprócz zaproponowanej w **INSTaBAIN** koncepcji projektowej stali bainitycznych, zostanie przeprowadzony szereg badań skupionych na właściwościach użytkowych (*stabilność termiczna, odporność korozyjna, odporność na zużycie*). Wyzwaniem badawczym będzie również opracowanie składu chemicznego umożliwiającego wytwarzanie technologiami przyrostowymi (**AM**) z wykorzystaniem technologii laserowej mikrometalurgii proszków (**LPBF**). Zastosowanie technik addytywnych ma istotne znaczenie w kontekście przyszłych zastosowań przemysłowych tych stali, które umożliwią wytwarzanie elementów konstrukcji o dużej wytrzymałości i skomplikowanych kształtach. Ogólny schemat koncepcji projektu **INSTaBAIN** przedstawiono na **Rysunku 1**.



Rysunek 1. Ogólna koncepcja projektu INSTaBAIN

Trwałość i niezawodność są podstawą koncepcji projektowej **INSTaBAIN**. Jak poprawimy te wskaźniki?

- I. Wysokich parametry wytrzymałościowe i kontrolowana ciągliwość, które pozwolą na redukcję masy części konstrukcji: $R_m > 1500 \text{ MPa}$; $Re > 1200 \text{ MPa}$; $A > 18 \%$.
- II. Poprawa stabilności termicznej struktury – praca w podwyższonej temperaturze (do $550 \text{ }^\circ\text{C}$).
- III. Odporność na zużywanie ścierne będzie wyższa, również uwzględniając wpływ podwyższonej temperatury – w porównaniu do standardowych stali bainitycznych.
- IV. Odporność korozyjna będzie wyższa w porównaniu do stali bainitycznych z krzemem.
- V. Wykorzystanie technik AM i poszerzenie możliwości zakresu możliwości zastosowań przemysłowych