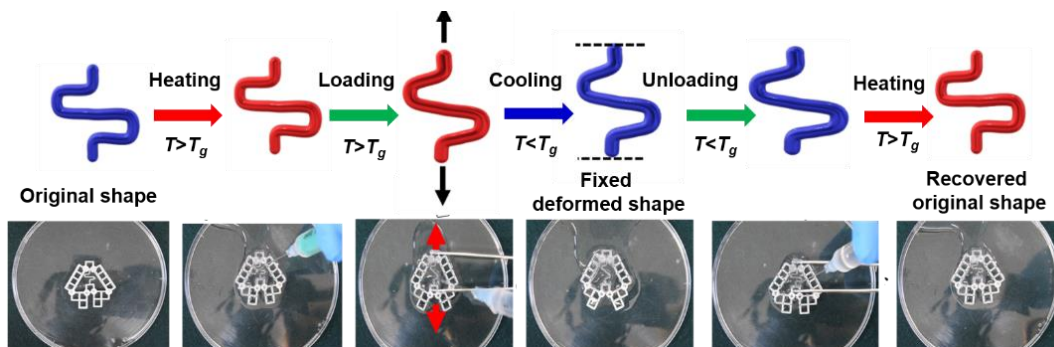


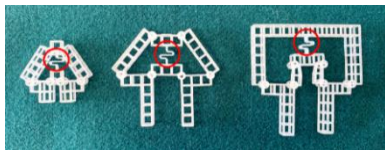
## Kompleksowe badania właściwości termomechanicznych innowacyjnych aktywnych polimerów w celu opracowania wielofunkcyjnych siłowników z pamięcią kształtu

Polimery z pamięcią kształtu (SMP) to wielofunkcyjne materiały reagujące na bodźce zewnętrzne, które mogą w określony sposób zmieniać swój kształt pod wpływem zastosowanego czynnika zewnętrznego, np. zmiany temperatury. Mechanizmy zachowania SMP różnią się od mechanizmów stopu z pamięcią kształtu (SMA) i są związane z zasadniczą zmianą modułu sprężystości tego polimeru w temperaturach powyżej i poniżej temperatury zeszklenia ( $T_g$ ). Ponieważ sztywność SMP zmienia się w zależności od temperatury, może on łączyć funkcję czujnika i przełącznika, co umożliwi miniaturyzację, istotną w zastosowaniach biomedycznych, lotniczych i kosmicznych.

Celem projektu jest kompleksowe zbadanie cieszących się dużym zainteresowaniem polimerów z pamięcią kształtu nowej generacji, wykazujących zdolność zapamiętywania więcej niż dwóch różnych kształtów, celem zaprojektowania urządzeń samoadaptacyjnych się oraz mikro-siłowników z potrójnym lub poczwórnym efektem pamięci kształtu. Przedmiotem badań w projekcie jest poliuretan z pamięcią kształtu (PU-SMP) oraz termoutwardzalna żywica epoksydowa z pamięcią kształtu (SMEp), produkowane metodą wytwarzania przyrostowego (AM) do zastosowań w inżynierii, robotyce, przemyśle tekstylnym, lotniczym i biomedycznym.



Proponowane innowacyjne rozwiązanie wykorzystuje niewielki element z SMP o wysokiej czułości, połączony z większym, odpowiednio zaprojektowanym w taki sposób, że nawet niewielka zmiana kształtu czujnika-przełącznika spowodowana lokalną zmianą temperatury wywoła zwielokrotniony efekt zmiany urządzenia samoadaptacyjnego.



Idea rozwiązania przedstawiona jest powyżej oraz po lewej stronie; czujnik-przełącznik znajduje się w czerwonym kółku. Polimery z pamięcią kształtu, które będą wykorzystywane w pracy, to fotopolimery do druku 3D o różnych stopniach polimeryzacji uzyskanych przez różny czas naświetlania oraz PU-SMP łączący dwa filamenty o różnych temperaturach zeszklenia  $T_g$ .

Uzyskane polimery nowej generacji, które wykazują zdolność do zapamiętywania więcej niż dwóch kształtów, umożliwią zaprojektowanie mikro-przełączników z funkcjami potrójnej lub poczwórnego kształtu. Uruchamianie kolejnych funkcji przełącznika będzie realizowane poprzez aktywację w różnych temperaturach przy sukcesywnym podgrzewaniu. W ramach projektu zostaną przeprowadzone badania właściwości SMP o różnych  $T_g$ , również temperatury ludzkiego ciała, z przeznaczeniem do druku 4D termo-wrażliwych, samoadaptujących się przełączników medycznych ze zdolnością zmiany kształtu w odpowiedzialnych urządzeniach biomedycznych.

### Poszczególne etapy realizacji i rozwoju idei i zadań projektu:

- Druk 3D polimeru z pamięcią kształtu w celu uzyskania podwójnej, potrójnej lub poczwórnego kształtu inteligentnego przełącznika z pamięcią kształtu
- Zaprojektowanie urządzenia celem zwiększenia efektu pamięci kształtu (SME) w zależności od planowanej funkcji
- Zaprojektowanie przełączników SMP z wieloma funkcjami pamięci kształtu oraz zbadanie ich zachowania w różnych warunkach obciążenia termicznego i mechanicznego
- Przeprowadzenie programu badań sprzężeń termomechanicznych SMP podczas różnych obciążeń
- Opracowanie modelu konstytutywnego dla badanych SMP oraz jego walidacja przy użyciu parametrów materiałowych i uzyskanych wyników eksperymentalnych

Wiedza na temat polimerów wykazujących wielokrotny efekt pamięci kształtu i zaprojektowanych na ich podstawie mikro-siłowników z potrójnym lub poczwórnym efektem pamięci kształtu będzie przekazywana na seminariach, wykładach, wydarzeniach popularyzujących naukę, na które często zapraszany jest Zespół Badawczy. Wyniki będą publikowane w ogólnodostępnych czasopiśmie z listy JCR, prezentowane na konferencjach i szkołach międzynarodowych, np. *New Trends in Experimental Mechanics* <http://ntem1.ippt.pan.pl/>, organizowanej dla EuraSEM przez kierownika projektu i wykonawcę 1. Zostanie również zaprojektowana i odpowiednio aktualizowana strona internetowa projektu. Realizacja zadań projektu przyczyni się ponadto do zacieśnienia współpracy naukowej w Polsce, m.in. z Uniwersytetem Śląskim oraz z partnerami zagranicznymi, takimi jak Universidad Politécnica de Madrid w Hiszpanii, Instytut Chemii Makromolekularnej w Rumunii, AICHI Instytut Technologii w Toyota-city czy SMP Technologies Inc. w Tokio w Japonii.