

## **1. Cele/hipoteza/metodologia projektu badawczego**

Rozwój nanokompozytów biopolimerowych wynikał z zapotrzebowania na materiały o specyficznych właściwościach mechanicznych. Wprowadzenie wzmocnienia w nanoskali w polimery może dać znaczną poprawę właściwości fizycznych i mechanicznych. Jednak w zastosowaniach, w których nie da się uniknąć kontaktu z cieczami, pogarszają się właściwości mechaniczne. Odształcenie plastyczne biopolimerów w powietrzu następuje głównie poprzez wytworzenie rys naprężeniowych. W przeciwieństwie do tego, odształcenie plastyczne tych materiałów w środowiskach płynów aktywnych adsorpcyjnie odbywa się poprzez specyficzne pękanie pod wpływem rozpuszczalnika. Nieagresywna ciecz, taka jak woda, może obniżyć właściwości mechaniczne nanokompozytów polimerowych, działając jako plastyfikator, podczas gdy umiarkowanie i silnie agresywna ciecz w połączeniu z naprężeniami resztkowymi może powodować nieoczekiwane kruche pękanie znane jako pękanie naprężeniowe pod wpływem otoczenia (ESC). Pęcznienie, uplastycznienie i odrywanie się włókien oraz wzmocnień w postaci cząstek od matrycy są powszechnie obserwowanymi zjawiskami w nanokompozytach polimerowych wystawionych na działanie płynów.

Projekt jest poświęcony badaniom deformacji plastycznej modyfikowanych biopolimerów ze szczególnym uwzględnieniem procesów zachodzących wewnątrz struktury kompozytów biopolimerowych poddawanych deformacji, identyfikacji mechanizmów deformacji działających w skali mikro i nano, a także wzajemnych relacji pomiędzy działaniem aktywnych cieczy a deformacją składników amorficznych/krystalicznych. Celem naukowym projektu jest zbadanie wpływu modyfikacji struktury chemicznej biopolimerów, morfologii kropelkowej lub fibrylarniej biopolimerów rozproszonych w innym biopolimerze oraz topologii nanokompozytów na odształcenia plastyczne, stabilność deformacji, transformację morfologii krystalicznej, ograniczoną lub intensywną fragmentację lameli i związane z tym przekształcenia strukturalne. Innym tematem projektu będzie samowzmocnienie powodowane przez tworzenie się sieci fibrylarniej z fazy mniejszościowej, która występuje przy dużych odształceniach, prowadząc do odwracalnej deformacji, odpowiedniej dla biopolimerów z pamięcią kształtu. Można się spodziewać, że to wzmocnienie podczas odształcania będzie wrażliwe na ilość i gęstość splątania fizycznych, morfologię i oddziaływanie fazy rozproszonej z matrycą. Zastosowane biopolimery będą modyfikowane poprzez zmianę struktury molekularnej (np. długość łańcucha, rozgałęzienie, sieciowanie). Zbadamy wpływ wprowadzenia do matrycy wybranego biopolimerowego dodatku wzmacniającego o morfologii fibrylarniej na szereg parametrów fizykochemicznych bionanokompozytów, takich jak: struktura, morfologia i właściwości mechaniczne, właściwości fazy amorficznej i krystalicznej, a także na zachowanie podczas odształcenia. Na tej podstawie zostaną ocenione aktywne mikromechanizmy deformacji oraz ich modyfikacja pod wpływem aktywnych cieczy. W większości eksperymentów będą prowadzone obserwacje mikroskopowe bezpośrednio podczas rozciągania próbek. Dla mieszanin i nanokompozytów biopolimerowych będzie zbadany związek między właściwościami mechanicznymi a zmianami w strukturze, a także mechanizmy deformacji plastycznej i fragmentacji lameli krystalicznych.

## **2. Spodziewany wpływ projektu badawczego na rozwój nauki, cywilizacji i społeczeństwa**

Realizacja tych badań pogłębi wiedzę na temat zjawisk pękania środowiskowego i wyjaśni nieznanne mechanizmy działające w układach biopolimerowych narażonych na działanie aktywnych cieczy. Uzyskane zrozumienie pomoże nam w opracowaniu nowych nanokompozytów z kontrolowanym pękaniem środowiskowym. W celu spowolnienia lub przyspieszenia procesu pękania pod wpływem czynników środowiskowych, nowe mieszaniny lub kompozyty zostaną opracowane w zależności od wyników uzyskanych dla czystych biopolimerów. Kompleksowe badania relacji struktura-właściwość stworzą podstawę naukową do opracowania biopolimerowych mieszanek i kompozytów o ulepszonych właściwościach w różnych otaczających ośrodkach.