Wraz z postępem technologicznym rola inżynierii materiałowej jest coraz bardziej doceniana i przyciąga uwagę wielu badaczy na całym świecie. W ostatnim czasie zaawansowane materiały stały się podstawowym czynnikiem kształtującym rozwój gospodarczy i techniczny społeczeństw. Właściwości danego materiału muszą być dostosowane do potrzeb w konkretnych zastosowaniach. Niewątpliwie, materiałami, które zasługują na niemało uwagi, są aerożele. Należą one do materiałów wysokoporowatych (porowatość na poziomie około 90 %), co sprawia, że ich współczynnik przewodzenia ciepła wykazuje bardzo niskie wartości, dzięki czemu aerożele charakteryzują się doskonałymi właściwościami termoizolacyjnymi i mogą stanowić konkurencję nawet dla polistyrenu. Aerożele można wytwarzać z szerokiej gamy materiałów, a ich właściwości można w dowolny sposób formować w zależności od docelowej aplikacji. Struktury aerożelowe otrzymane z tlenków (np.: SiO_2, Al_2O_3, ZrO_2) charakteryzują się dobrą stabilnością termiczną. Aerożele półprzewodnikowe, takie jak siarczek kadmu (CdS), siarczek cynku (ZnS), selenek kadmu (CdSe) i tellurek kadmu (CdTe) wykazują półprzewodzące i luminescencyjne właściwości, a ich wysoce porowata struktura sprzyja poprawie właściwości fotokatalitycznych, fotowoltaicznych i detekcyjnych. Dzięki takim właściwościom te materiały znajdują szerokie zastosowanie w magazynowaniu energii, wspomaganiu katalizatorów, detekcji, adsorpcji substancji chemicznych, izolacji termicznej, biomedycynie i amortyzacji wstrząsów, wspierając rozwój takich gałęzi przemysłu, jak ochrona środowiska, transport, sztuczna inteligencja, medycyna, budownictwo. Obok właściwości, a także potencjalnych zastosowań danego materiału, niewątpliwie istotny jest również sposób jego produkcji, który wpływa na opłacalność stosowania tego materiału w przemyśle. Do tradycyjnych metod otrzymywania aerożeli zalicza się metodę „zol-żel", która jest czasochłonna, ponieważ oprócz standardowego przygotowania roztworu żelu, konieczna jest również obróbka końcowa związana z nadawaniem pożądanego kształtu strukturze aerożelowej. W tym momencie z pomocą przychodzą technologie przyrostowe, czyli niezastąpiony druk 3D. Zastosowanie tej metody do otrzymywania wysoce porowatych struktur aerożelowych pozwala na wyeliminowanie etapu związanego z kształtowaniem końcowego obiektu, gdyż jest on nadawany w trakcie trwania druku. Nie podlega wątpliwości, że przy wyborze metody syntezy aerożeli, warto wziąć pod uwagę techniki druku 3D, gdyż eliminacja jednego etapu w trakcie otrzymywania materiału pozwala na przyspieszenie procesu, dzięki czemu produkcja jest tańsza. W przypadku drukowania aerożeli, druk 3D metodą wytłaczania jest najbardziej uniwersalnym podejściem. Najnowsza literatura podkreśla rosnącą liczbę badań nad drukiem 3D aerożeli, w szczególności tych składających się z grafenu, tlenku grafenu (GO), dwutlenku tytanu (TiO_2) i dwutlenku krzemu (SiO_2). Badania te podkreślają potencjał druku 3D opartego na wytłaczaniu. Niemniej jednak, poszukiwanie wyższej precyzji i rozdzielczości w druku doprowadziło naukowców do zbadania techniki cyfrowego przetwarzania światła (DLP) jako lepszej metody wytwarzania aerożeli o skomplikowanych mikrostrukturach i dużych powierzchniach, co ma kluczowe znaczenie dla zastosowań wymagających precyzyjnych właściwości materiału. Wykorzystując unikalne właściwości nanocząstek i optymalizując ich dyspersję i interakcję w żywicy, możliwe jest zaprojektowanie aerożeli o dostosowanej porowatości, które spełniają lub przekraczają próg 90%, co jest niezbędne w zastosowaniach wymagających ultralekkich materiałów o dużej powierzchni.

Głównym celem projektu jest usprawnienie procesu wytwarzania struktur aerożelowych z wykorzystaniem zaawansowanych technologii druku 3D. Projekt ten będzie opierał się na trzech głównych aspektach, a mianowicie: 1) syntezie wysokowydajnych fotoinicjatorów do inicjowania fotopolimeryzacji kationowej lub hybrydowej, 2) optymalizacji parametrów druku 3D w technologii DLP z żywic fotoutwardzalnych zawierających nowozsyntezowane wysokowydajne układy fotoinicjujące, 3) doborze metody suszenia w celu otrzymania wysokoporowatej struktury aerożelowej. W pierwszym etapie badań zaplanowano szczegółowe badania otrzymanych fotoinicjatorów, które mają na celu poznanie ich właściwości spektroskopowych, fotochemicznych, fotofizycznych i elektrochemicznych. Dalsze etapy badań będą skupiać się na eksperymentach druku 3D, a także na optymalizacji parametrów druku. Kolejne etapy będą już bezpośrednio związane ze strukturami aerożelowymi (dobór metody suszenia, otrzymanie struktury porowatej, badanie porowatości). Przewiduje się, że rezultatem niniejszego projektu będzie opracowanie nowych związków do roli fotoinicjatorów kationowych, których charakterystyka absorpcji będzie kompatybilna z charakterystyką emisji źródeł światła stosowanych w drukarkach typu DLP. W dalszym etapie badań, dzięki nowoopracowanym fotoinicjatorom, przewiduje się otrzymanie wysokoporowatych struktur aerożelowych. Interdyscyplinarny charakter podjętego problemu badawczego pozwoli znacząco poszerzyć wiedzę z zakresu chemii organicznej, a przede wszystkim z zakresu inżynierii materiałowej i fotochemii.



Wykres 1. Plan badań.