

Projekt: **“Materiały kompozytowe ze zintegrowanymi czujnikami światłowodowymi”**
“Intelligent composite structures by embedding fiber optic sensors”

36 konkurs w ramach Inicjatywy **CORNET**
finansowany ze środków **Narodowego Centrum Badań i Rozwoju**

Opis projektu

Projekt dotyczy opracowania innowacyjnej technologii wytwarzania kompozytowych elementów konstrukcyjnych z jednoczesną integracją czujników światłowodowych w tym samym procesie produkcyjno-technologicznym. Efektem realizacji projektu będą tzw. inteligentne elementy strukturalne, zdolne do dostarczania w trakcie eksploatacji informacji o stanie naprężeniowym i/lub termicznym, co umożliwi zaawansowany monitoring stanu technicznego obiektów inżynierskich.

Rozwój lekkich konstrukcji kompozytowych nabiera coraz większego znaczenia ze względu na rosnące wymagania dotyczące redukcji masy, efektywności materiałowej, bezpieczeństwa eksploatacji oraz ochrony środowiska. Jednocześnie tradycyjnie stosowane materiały i technologie osiągają swoje granice aplikacyjne, szczególnie w kontekście trwałości oraz możliwości bieżącej oceny stanu technicznego konstrukcji. Obecnie czujniki światłowodowe wykorzystywane są głównie jako elementy montowane na powierzchni gotowych obiektów, co ogranicza zakres pozyskiwanych informacji oraz naraża czujniki na uszkodzenia w trakcie eksploatacji.

Proponowane w projekcie rozwiązanie stanowi istotną innowację, polegającą na integracji czujników światłowodowych wewnątrz materiału kompozytowego już na etapie jego wytwarzania. Takie podejście umożliwi precyzyjną ocenę stanu wyężenia materiału w różnych warstwach kompozytu, zapewniając stabilniejszy, bardziej wiarygodny i odporny na warunki zewnętrzne monitoring stanu technicznego, również w miejscach trudno dostępnych lub niedostępnych dla czujników powierzchniowych.

Opracowywana technologia będzie dedykowana procesowi pultruzji i obejmie zastosowanie różnych typów czujników światłowodowych, w tym pojedynczych włókien oraz siatek Bragga. W ramach projektu zostaną określone wymagania dotyczące integracji czujników, parametry graniczne procesu pultruzji oraz wytyczne dotyczące prowadzenia włókna i doboru typu czujnika w zależności od geometrii elementu i warunków produkcyjnych. Równolegle przeprowadzone zostaną analizy numeryczne (MES) w celu oceny wpływu integracji czujników na właściwości mechaniczne kompozytu oraz wyznaczenia optymalnych lokalizacji sensorów wewnątrz struktury.

Integralną częścią projektu będą badania eksperymentalne próbek materiałowych oraz weryfikacja poprawności działania zintegrowanych czujników w zakresie monitoringu obciążeń i warunków termicznych. Rezultaty badań posłużą do wykonania obiektu referencyjnego – demonstratora technologii – który umożliwi walidację opracowanego rozwiązania w warunkach zbliżonych do rzeczywistej eksploatacji.

Projekt realizowany jest we współpracy międzynarodowej z udziałem partnerów z Polski i Niemiec. Lider projektu - Zachodnia Izba Gospodarcza - Pracodawcy i Przedsiębiorcy odpowiedzialny m.in. za koordynację działań Politechniki Wrocławskiej i Wojskowej Akademii Technicznej, zarządzanie projektem oraz upowszechnianie wyników, pełni kluczową rolę w promocji opracowywanej technologii i jej potencjalnych zastosowań. Oczekiwane rezultaty projektu obejmują zarówno nowe rozwiązania technologiczne, jak i wytyczne do wdrożenia technologii w skali przemysłowej, wspierające rozwój inteligentnych, trwałych i bezpiecznych konstrukcji kompozytowych, zgodnych z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym.

Prawa majątkowe do wyników badań przemysłowych lub prac rozwojowych będących rezultatem Projektu przysługują Liderowi projektu.

Odbiorcy i zastosowania

Technologia integracji czujników światłowodowych w elementach kompozytowych została zaprojektowana z myślą o **członkach ZIG** działających w branżach, gdzie monitoring stanu technicznego konstrukcji ma kluczowe znaczenie. Jej celem jest dostarczenie narzędzi pozwalających na **precyzyjny, ciągły i bezpieczny pomiar parametrów mechanicznych i termicznych** w różnorodnych obiektach technicznych.

Wyniki projektu mogą być wykorzystane do monitorowania stanu technicznego materiałów kompozytowych stosowanych w takich obszarach przemysłu jak:

- Przemysł naftowy i gazowy
- Przemysł motoryzacyjny
- Przemysł lotniczy
- Budownictwo
- Energetyka
- Przemysł morski

Przemysł naftowy i gazowy – monitoring ciśnienia, temperatury oraz stanu wewnętrznego rurociągów i zbiorników umożliwia szybkie wykrycie wycieków i awarii infrastruktury przesyłowej.

Motoryzacja i elektromobilność – czujniki pozwalają na kontrolę naprężeń, ciśnienia i temperatury w elementach pojazdów, w tym bateriach samochodów elektrycznych, wspierając diagnostykę i bezpieczeństwo eksploatacyjne.

Lotnictwo – pomiar odkształceń, naprężeń i temperatury w skrzydłach, kadłubach, silnikach i podwoziach umożliwia wczesne wykrywanie potencjalnych problemów konstrukcyjnych.

Budownictwo i infrastruktura – monitorowanie odkształceń, drgań i temperatury w budynkach, mostach czy halach przemysłowych pozwala zapewnić bezpieczeństwo użytkowania i wykryć wczesne oznaki uszkodzeń.

Energetyka wiatrowa i morska – czujniki umożliwiają ciągły monitoring pracy łopat turbin wiatrowych oraz kadłubów, maszynowni i pomieszczeń ładunkowych statków, zwiększając trwałość i niezawodność instalacji.

Dzięki integracji czujników bezpośrednio w strukturze materiału, projektowane rozwiązania dostarczają **precyzyjne i wiarygodne informacje o stanie konstrukcji**, nawet w miejscach niedostępnych dla tradycyjnych czujników powierzchniowych. To sprawia, że technologia jest atrakcyjna dla przemysłu, który wymaga **wysokiego poziomu bezpieczeństwa, trwałości i optymalizacji kosztów eksploatacji**.

Całkowity koszt realizacji Projektu wynosi **1 311 969,96 zł** w tym dofinansowanie z **Narodowego Centrum Badań i Rozwoju** w wysokości **1 282 007,40 zł**.

Projekt realizowany w latach **2024-2026**