

Metaliczne materiały kompozytowe w aplikacjach lotniczych (w tym materiały typu Glare)

Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Śląska, Instytut Lotnictwa w Warszawie

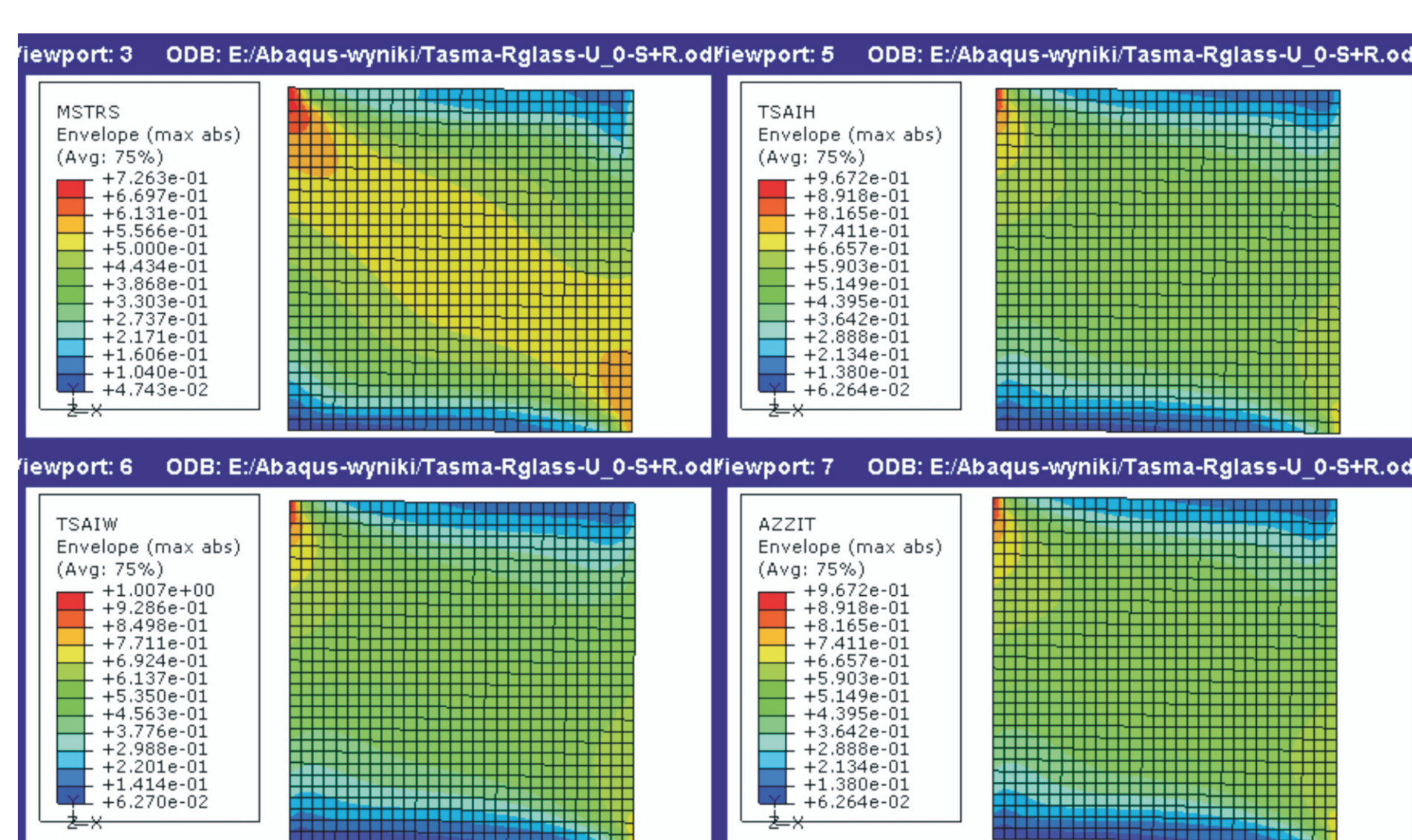
Wyniki badań

Analiza zastosowania kompozytów w wybranych rozwiązaniach konstrukcji lotniczych (stan wiedzy)

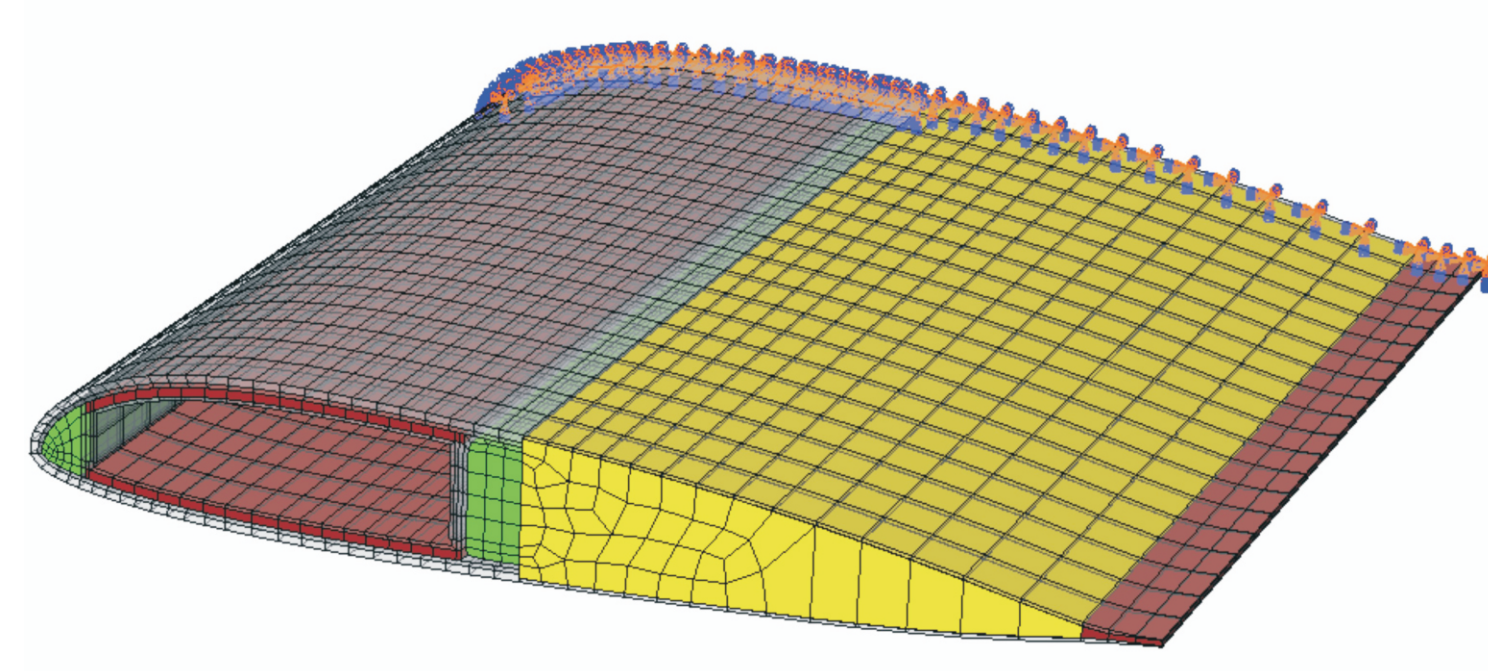
- materiały kompozytowe – GFRP, CFRP, FML, TFML, hybrydowe
- technologie w polskim przemyśle lotniczym – laminowanie ręcznie, autoklawowe
- określenie tendencji rozwojowych - CFRP, FML, TFML, hybrydowe
- w zakresie modelowania i optymalizacji oraz właściwości struktur kompozytowych - analizy numeryczne MES w programie ABAQUS

Projektowanie i modelowanie materiałów złożonych i struktur z zastosowaniem MES

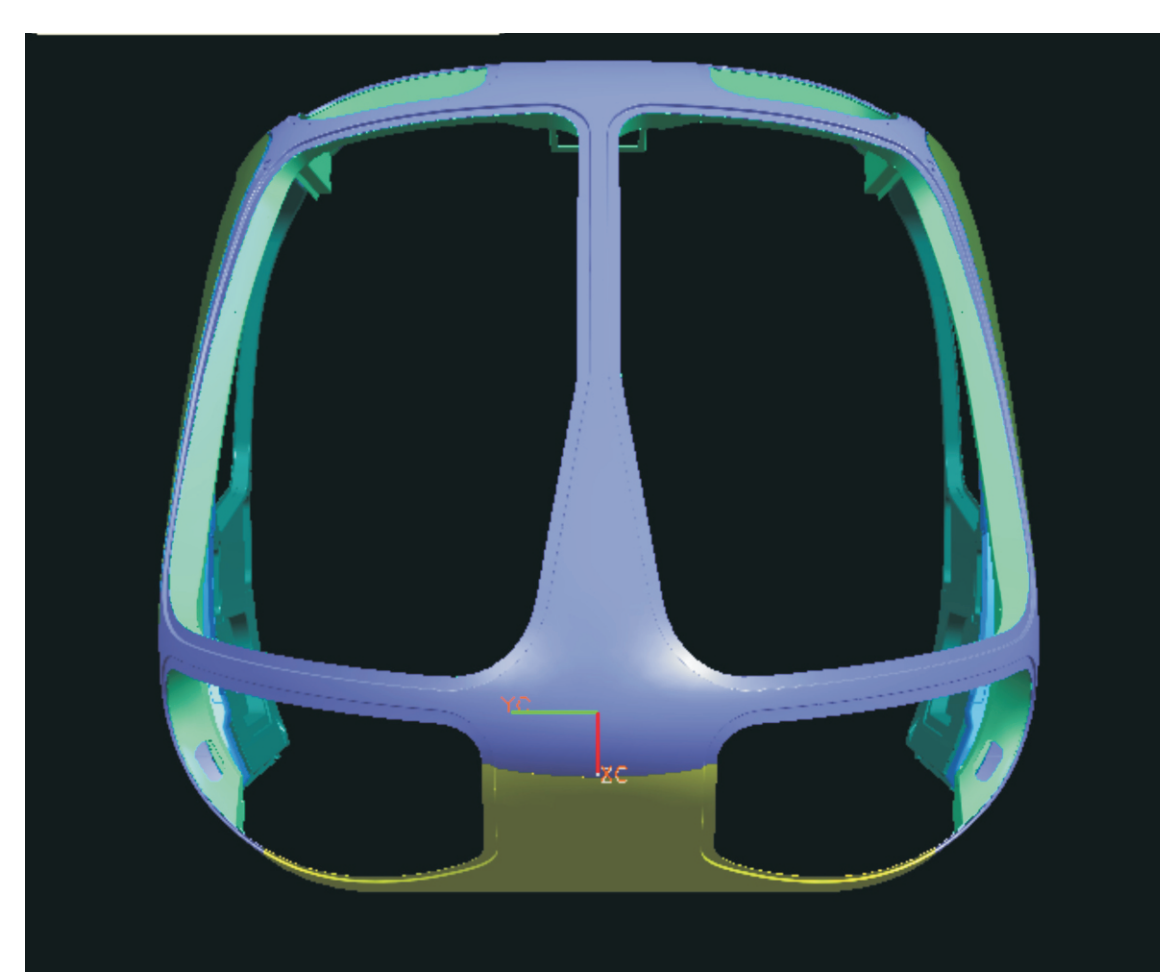
- analiza numeryczna struktury kompozytowej w warunkach złożonego stanu obciążenia – ocena stopnia wyciężenia laminatu: kryterium maksymalnych naprężeń Tsai-Hill'a, Tsai-Wu, Azzi-Tsai-Hill'a



- opracowanie modelu dyskretnego fragmentu łopaty śmigłowca (analiza wytrzymałościowa kompozytowych elementów struktury)



- wstępne prace nad modelem numerycznym kompozytowej kabiny śmigłowca



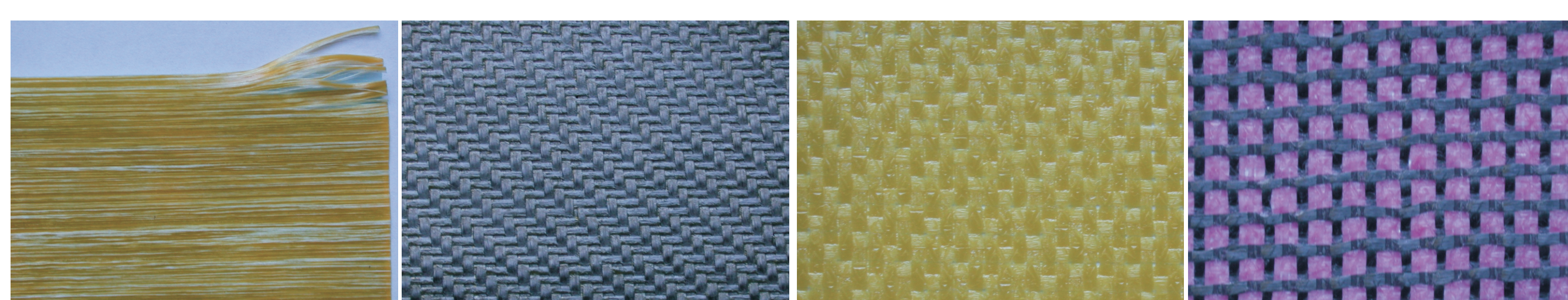
Wytwarzanie materiałów kompozytowych

Technologia wytwarzania: technika autoklawowa z wykorzystaniem materiałów typu prepeg, (wytwarzanie w warunkach przemysłowych) zgodnie z procedurami stosowanymi w lotnictwie.



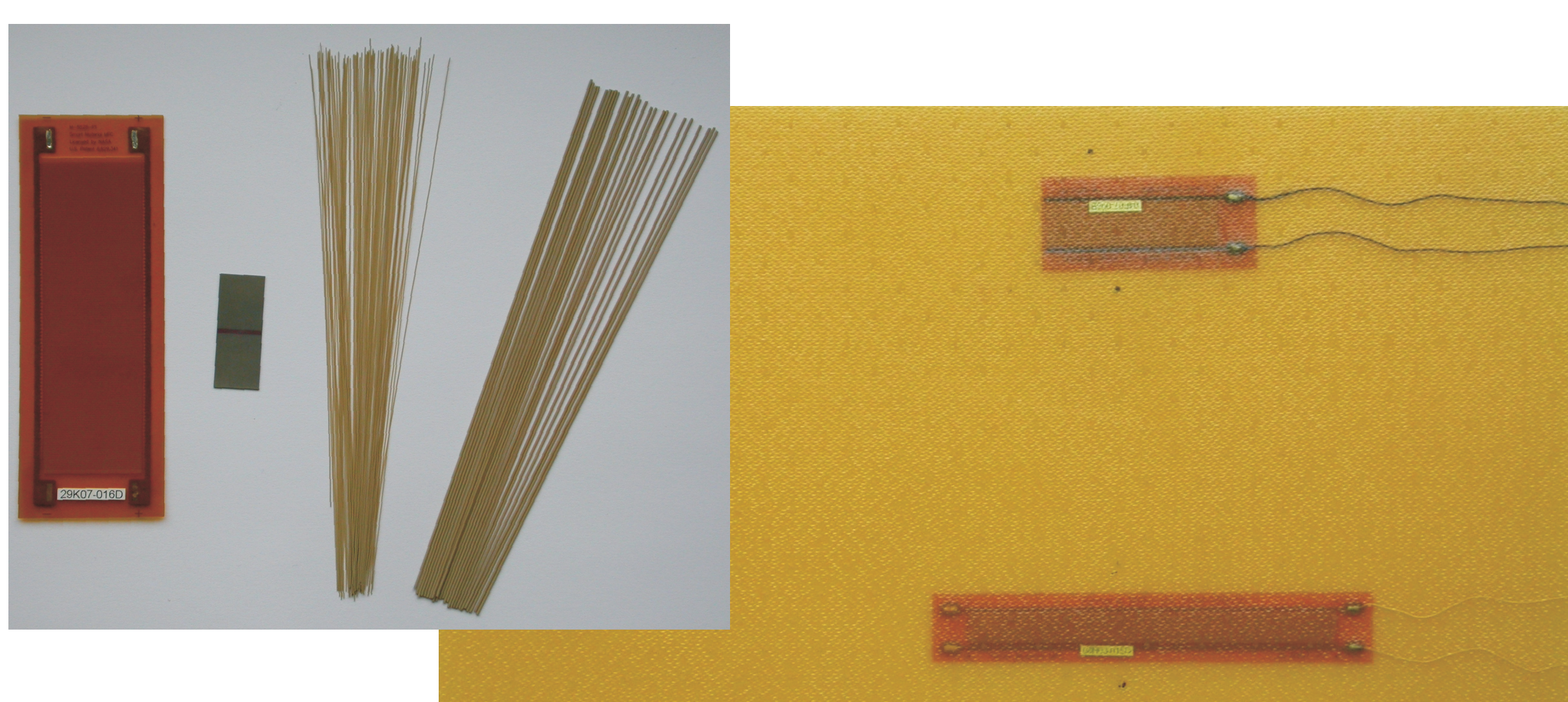
Wytworzono kompozyty o określonych konfiguracjach warstw:

- kompozyty o osnowie żywicy epoksydowej wzmacniane włóknem szklanym,
- kompozyty o osnowie żywicy epoksydowej wzmacniane włóknem węglowym,
- kompozyty o osnowie żywicy epoksydowej wzmacniane włóknem kevlarowym,
- kompozyty hybrydowe: żywica epoksydowa/włókna węglowe i szklane



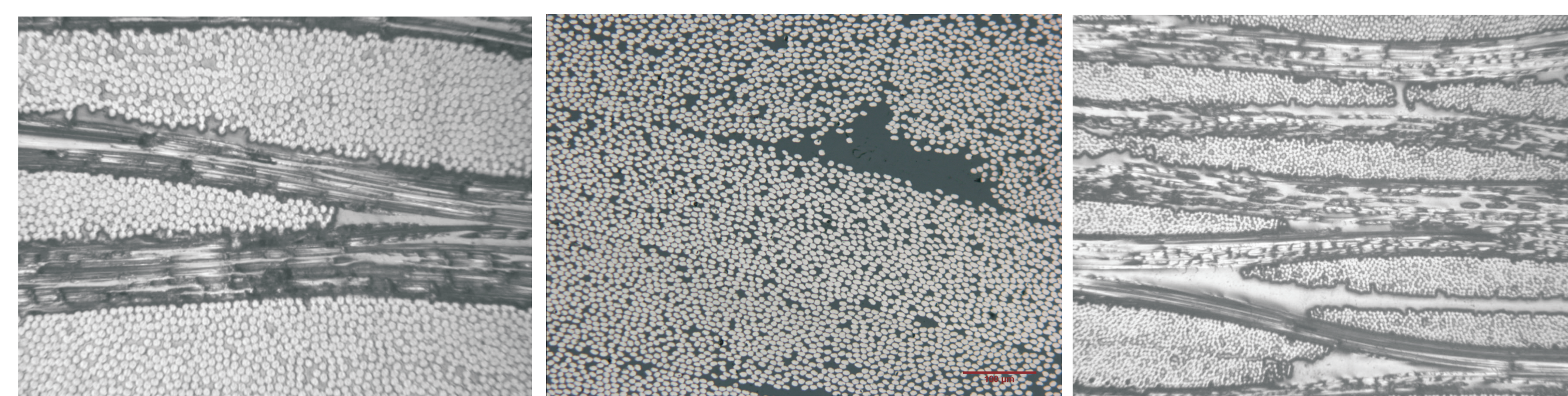
Wykonano wstępne prace badawcze dotyczące wytwarzania kompozytów inteligentnych:

- kompozyt szklano-epoksydowy z wbudowanymi elementami aktywnymi MFC-Macro Fiber Composite (licensed by NASA). Badania prowadzone wspólnie z segmentem Zb14
- kompozyty szklano-epoksydowe z wbudowanymi włóknami piezoelektrycznymi,



Badania strukturalne wytwarzanych materiałów doświadczalnych

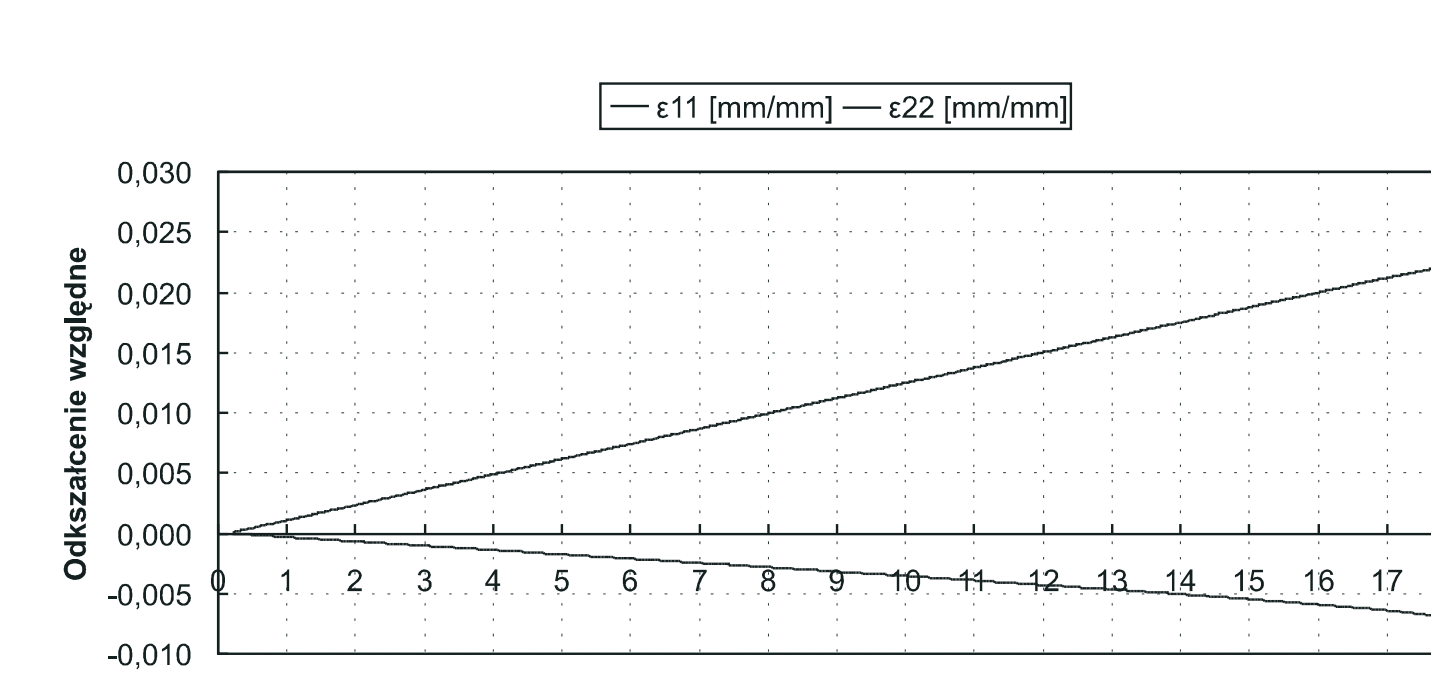
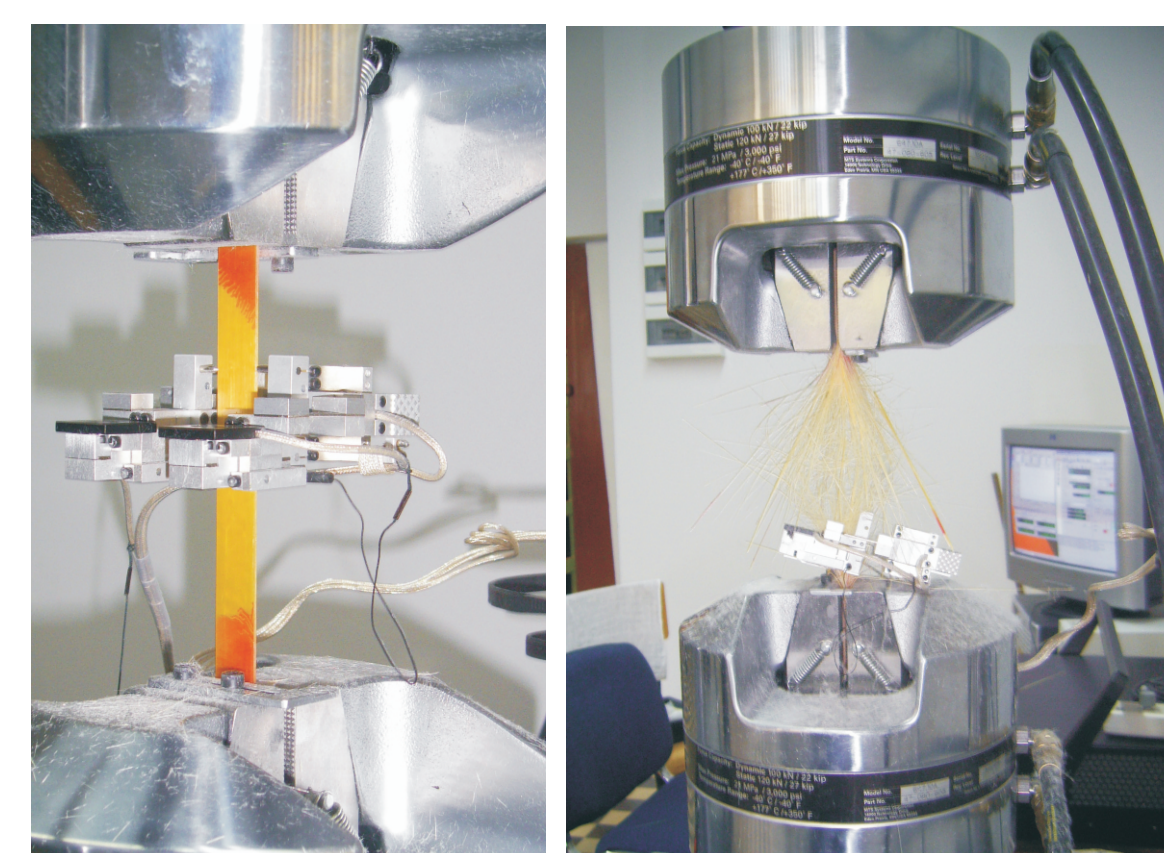
Mikrostruktury kompozytu z włóknami: szklanymi, węglowymi, kevlarowymi, oraz hybrydowe



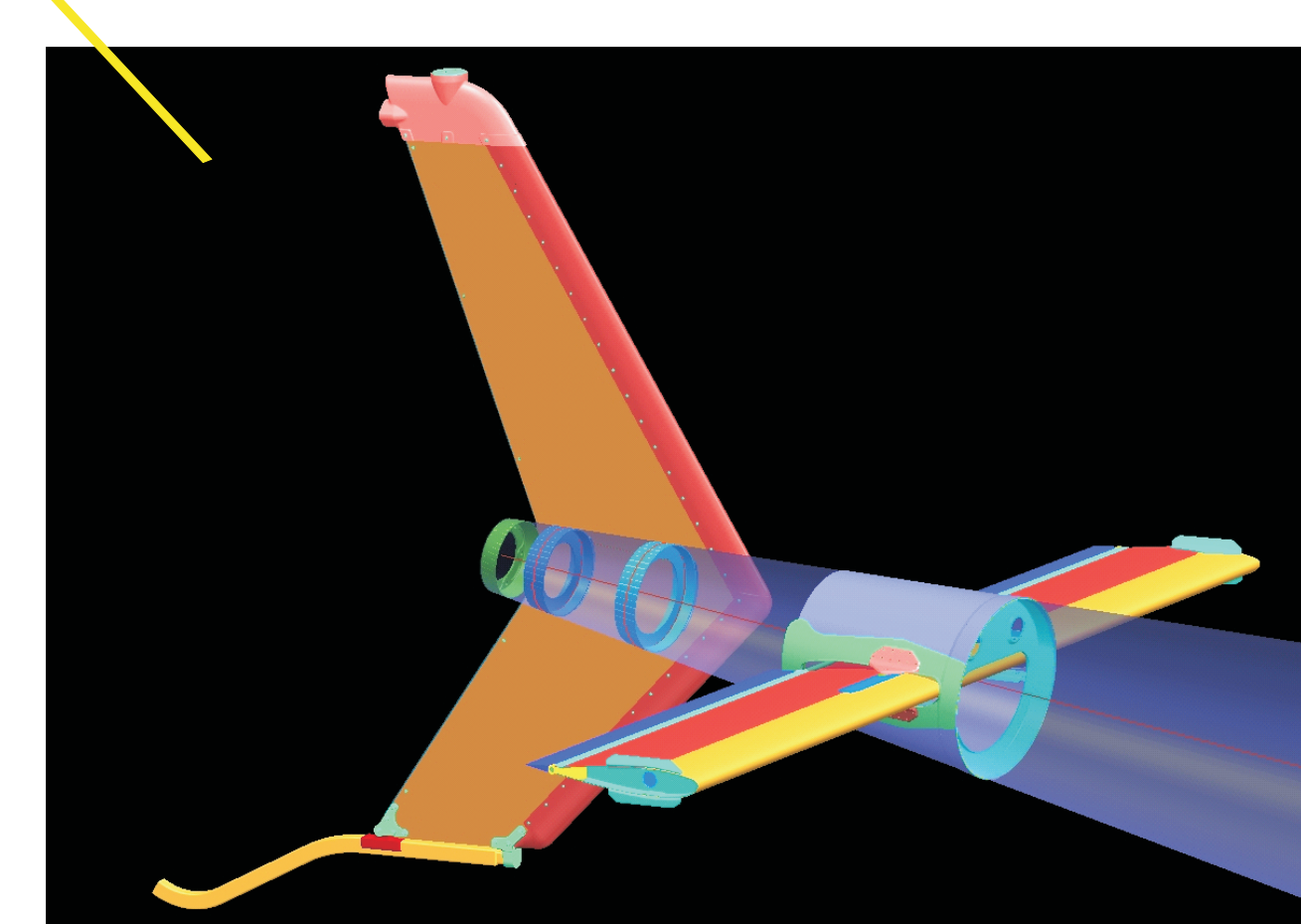
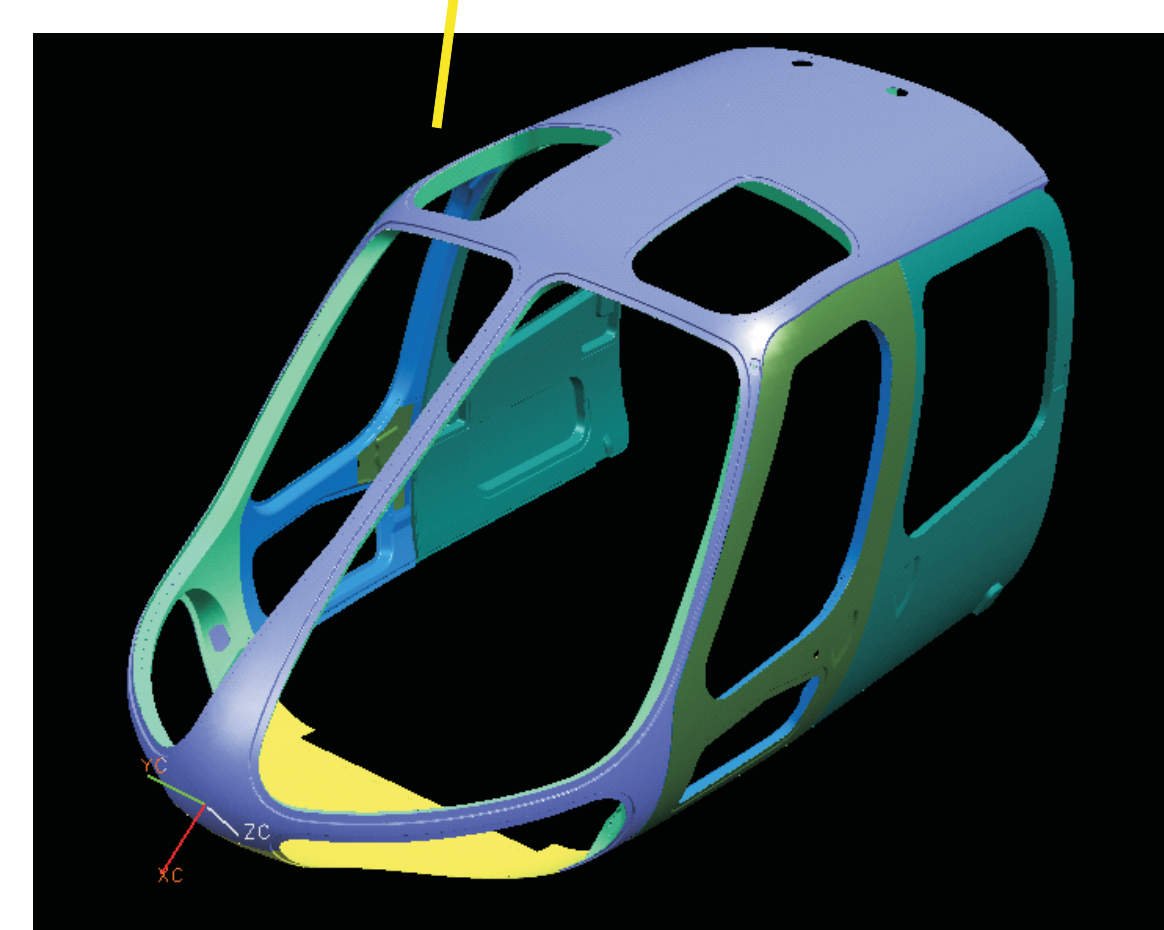
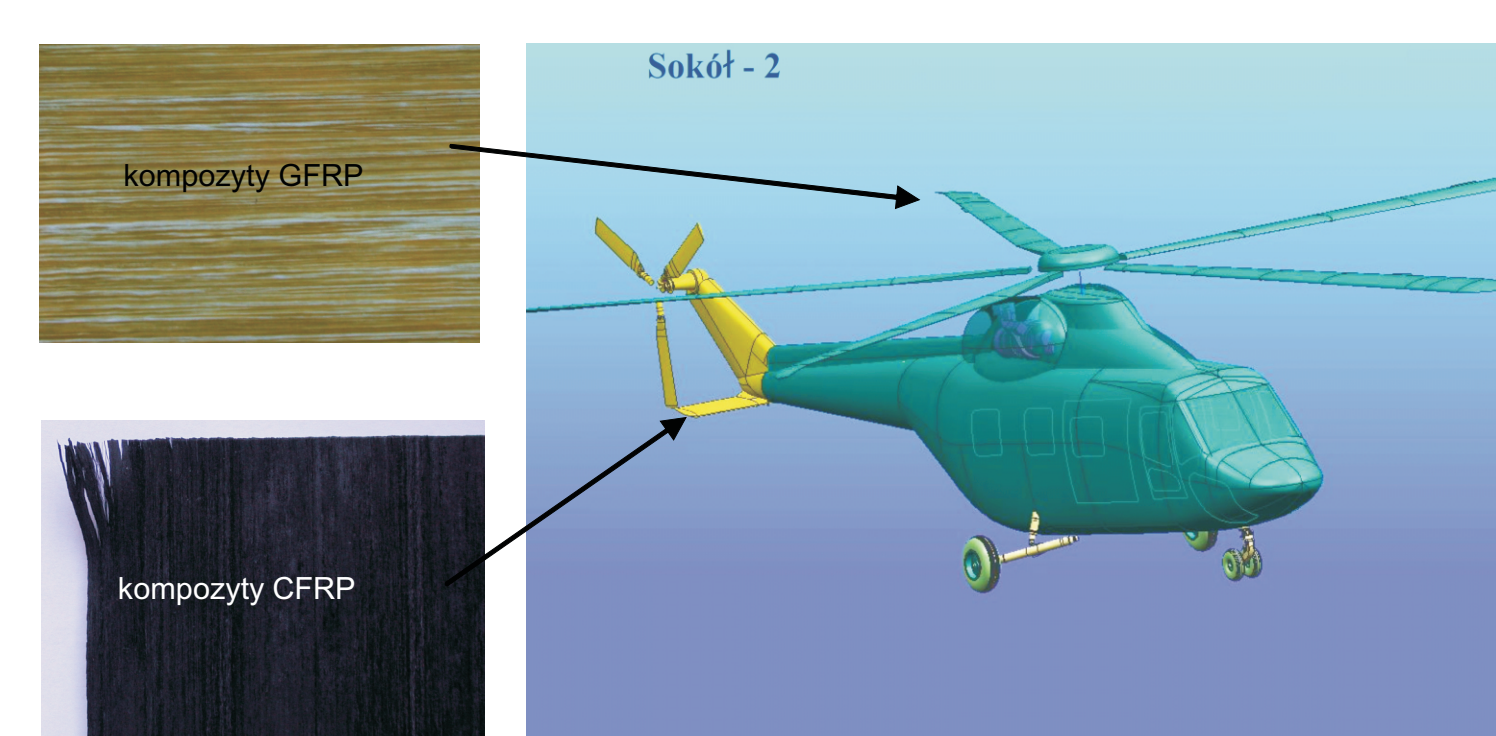
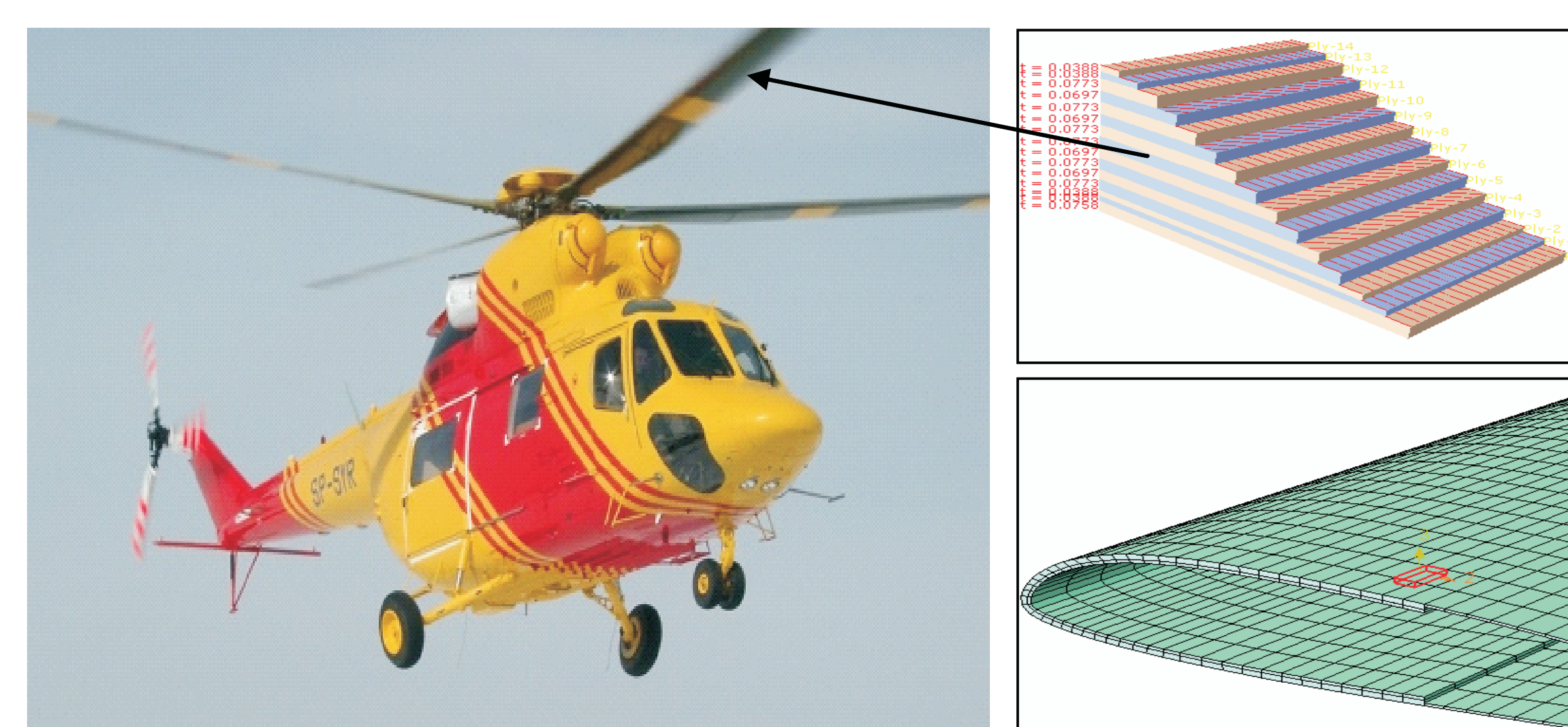
Badania właściwości fizycznych, chemicznych, mechanicznych, zmęczeniowych, technologicznych

Badania właściwości mechanicznych zgodnie z normami przedmiotowymi ASTM, ISO i odpowiednimi przewodnikami stosowanymi w lotnictwie:

- wytrzymałość na rozciąganie [0], [90]
- wytrzymałość na ściskanie [0], [90]
- wytrzymałość na zginanie
- wytrzymałość na ścinanie (międzywarstwowe, w płaszczyźnie warstwy)



Wskazania graficzne przyszłego zastosowania wyników



Główne wnioski

1. Z analizy stanu wiedzy wynika słuszność przyjętego zakresu badań:
 - węglowe kompozyty polimerowe zastępują coraz więcej elementów metalowych;
 - na elementy struktury poszycia samolotów wprowadza się laminaty FML i TFML;
 - projektowanie struktur oraz obliczenia numeryczne parametrów wytrzymałościowych metodą elementów skończonych jest obecnie podstawowym narzędziem w światowych ośrodkach badawczych pracujących na rzecz lotnictwa.
2. Podjęte prace obliczeniowe w środowisku ABAQUS są skorelowane z potrzebami i planami rozwoju polskiego przemysłu lotniczego.
3. Wykonane laminaty pozwolą na stworzenie bazy danych materiałowych do obliczeń MES.
4. Utworzone i wyposażone Laboratorium Kompozytów umożliwi przeprowadzenie kompleksowych prac od wytworzenia do określenia niezbędnych właściwości różnorodnych laminatów, w tym hybrydowych, metalowo-polimerowych i z elementami aktywnymi.

Przykłady współpracy

Współpraca z WSK-PZL Świdnik S.A.:

- Model geometryczny kabiny śmigłowca SW-4 – wstępny etap przygotowania numerycznego modelu MES w celu wykonania analizy wytrzymałościowej struktury i optymalizacji kompozytu w strefach neralgicznych
- Wytwarzanie kompozytów w warunkach przemysłowych
- Badania wytrzymałości kompozytów wytwarzanych przez WSK-PZL Świdnik S.A.
- Współpraca z PZL Mielec:
- wstępne ustalenia zakresu badań materiałowych przydatnych wytwórcy

Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

- Surowska B., Bienias J., *Smart materials in air transport*. TRANSPORT 2008, 27-29 October 2008, Turcianske Teplice, Słowacja;
- Bienias J., *Corrosion studies on aluminium-based metal matrix composites reinforced with graphite, SiC and fly ash particles* XIII Seminarium Naukowe "Kompozyty 2009 – Teoria i Praktyka", 22-24 kwietnia 2009, Ustroń-Jaszowiec, Polska
- Surowska B., Bienias J., Wierzchoń T.: *Ceramic nanofilm on titanium alloy – microstructure and some mechanical aspects* 2nd International Conference on „Recent Advances in Nonlinear Mechanics (RANM)”, 24-27 August 2009, Kuala Lumpur, Malaysia;
- Bienias J., Kopecki T., Dębski H.: *Stan zakrytycznej deformacji wielosegmentowej, wielopodłużnicowej konstrukcji cienkościennej poddanej skręcaniu. Badania eksperymentalne oraz nieliniowa analiza numeryczna*. XII-th Symposium Stability of Structures, 7-11 września 2009, Zakopane, Polska,
- Pałka K.: *Kształtowanie warstw ceramicznych SiO₂ i SiO₂-TiO₂ na tytanie oraz stopie Ti6Al4V*. X Międzynarodowa Konferencja „Titan i jego stopy”, 14-16 września 2009, Kazimierz Dolny, Polska;
- Surowska B. *Metody przygotowania powierzchni stopu tytanu w laminatach metal-kompozyt włóknisty*, X Międzynarodowa Konferencja „Titan i jego stopy”, 14-16 września 2009, Kazimierz Dolny, Polska
- Dębski H., Bienias J., *Analiza MES struktury kompozytowej w warunkach złożonego stanu obciążenia-dobór optymalnego układu warstw laminatu* XI Konferencja Naukowo-Techniczna „Programy MES we wspomaganiu analizy, projektowania i wytwarzania”, 20-23 października 2009, Pisz, Polska
- Dębski H., *Przykłady modelowania MES wybranych struktur kompozytowych*. XVI Spotkanie Użytkowników programów Abaqus, 19-20 listopada 2009, Poznań
- Barbara Surowska, Jerzy Warmański, Hubert Dębski: *Some aspects of design and use of smart composite structure* AirTEC , 4th Int. Conf. " Supply on the wings "- Aerospace – Innovation through international Cooperation , Frankfurt , 2009.

Publikacje

- Dębski H., Bienias J.: *„Analiza MES struktury kompozytowej w warunkach złożonego stanu obciążenia-dobór optymalnego układu warstw laminatu”*, Streszczenia referatów str. 37.
- Kopecki T., Dębski H.: *„Stan zakrytycznej deformacji wielosegmentowej, wielopodłużnicowej konstrukcji cienkościennej poddanej skręcaniu. Badania eksperymentalne oraz nieliniowa analiza numeryczna”*. XII Sympozjum Stateczności Konstrukcji, Zakopane 7-11 września 2009, str. 199-206.
- Bienias J.: *Corrosion studies on aluminium-based metal matrix composites reinforced with graphite, SiC and fly ash particles*. Kompozyty, Nr 9: 3, 2009, str. 286-290.
- Bienias J., Pałka K.: *Kształtowanie warstw ceramicznych SiO₂ i SiO₂-TiO₂ na tytanie oraz stopie Ti6Al4V*. Inżynieria Materiałowa, nr 5, 2009, str. 418-420.
- Surowska B. *Metody przygotowania powierzchni stopu tytanu w laminatach metal-kompozyt włóknisty*, Inżynieria Materiałowa, nr 5, 2009, str. 404-407.
- Surowska B., Bienias J., Wierzchoń T.: *Ceramic nanofilm on titanium alloy – microstructure and some mechanical aspects*. RANM 2009 Book of Abstracts, str. 104-105.

Prace inż., mgr, dr, dr hab.

Obronione prace magisterskie w 2009 roku

- *Kontrola jakości w procesie wytwarzania - projektowanie i przygotowanie materiałów do badań nieniszczących* – mgr inż. Monika Wójcik, ZIIP II stopień stacjonarny, opiekun pracy: dr hab. Barbara Surowska
- *Proces wytwarzania struktury kompozytowej śmigłowca* - mgr inż. Monika Brzezińska, ZIIP II stopień niestacjonarny, opiekun pracy: dr hab. Barbara Surowska

Prace inż. (planowany termin obrony styczeń/luty 2009)

- *Badania wybranych właściwości kompozytów warstwowych wzmacnianych włóknami węglowymi*. Krzysztof Majerski, kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, inżynierskie stacjonarne, Wydział Mechaniczny PL, opiekun pracy: dr inż. J. Bienias.
- *Kompozyty inteligentne typu SMART w zastosowaniach lotniczych*. Arkadiusz Mucha, kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, inżynierskie stacjonarne, Wydział Mechaniczny PL, opiekun pracy: dr inż. J. Bienias.
- *Wytwarzanie kompozytowych struktur lotniczych – technologia i badania wybranych właściwości*. Łukasz Kowalczyk, kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, inżynierskie stacjonarne, Wydział Mechaniczny PL, opiekun pracy: dr inż. J. Bienias.
- *Analiza numeryczna wybranej struktury kompozytowej z wykorzystaniem metody elementów skończonych*. Paweł Czerkies, kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, inżynierskie stacjonarne, Wydział Mechaniczny PL, opiekun pracy: dr inż. H. Dębski.
- *Analiza materiałowa laminatów wzmacnianych włóknem szklanym stosowanych w lotnictwie*. Patryk Jakubczak, kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, inżynierskie stacjonarne, Wydział Mechaniczny PL, opiekun pracy: dr hab. B. Surowska
- *Badania nieniszczące (NDT) wybranych kompozytowych struktur lotniczych*. Małgorzata Lenczuk, kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa, inżynierskie stacjonarne, Wydział Mechaniczny PL, opiekun pracy: dr hab. B. Surowska