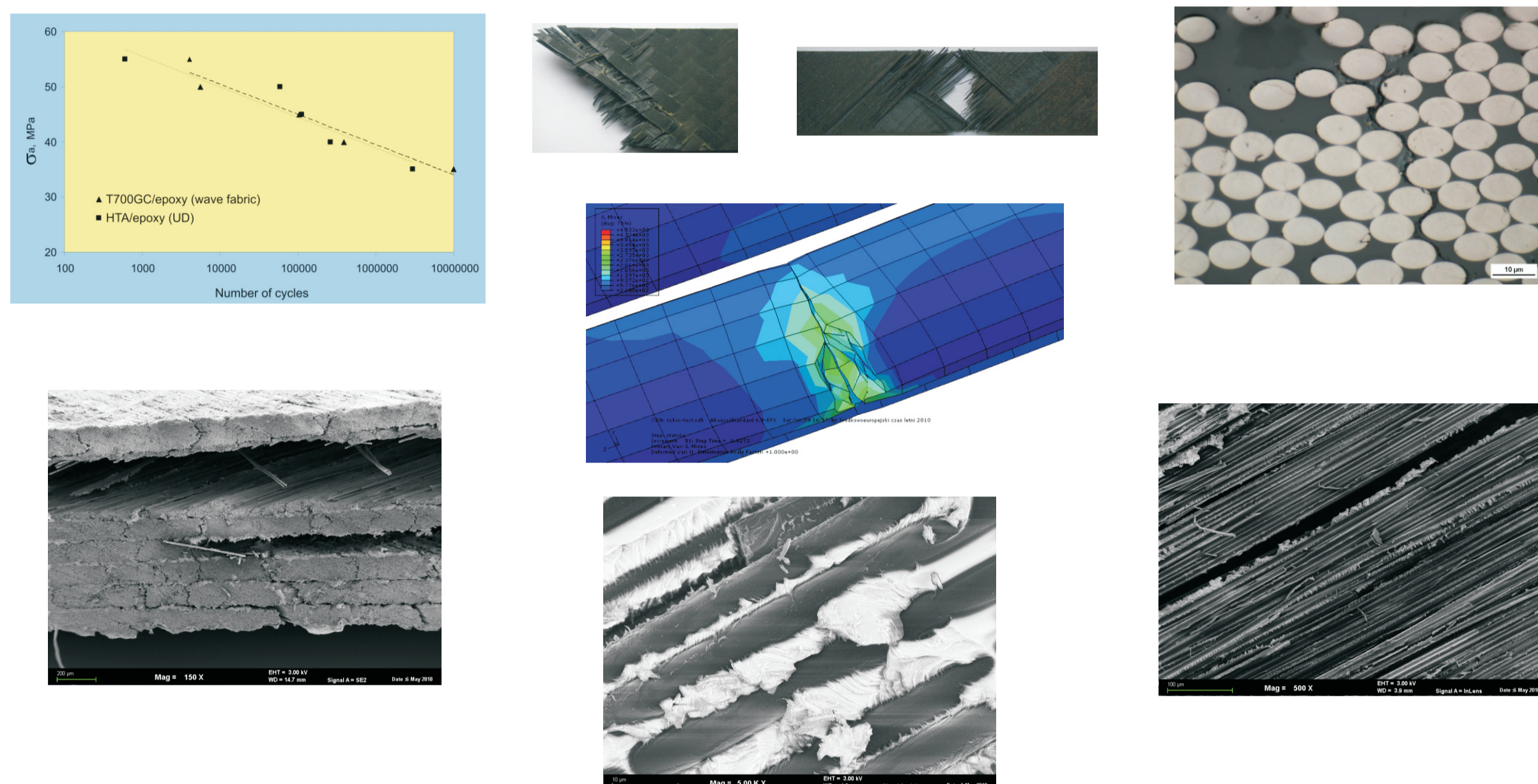


## Metaliczne materiały kompozytowe w aplikacjach lotniczych w tym materiały typu Glare

Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Politechnika Śląska, Instytut Lotnictwa w Warszawie  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk

### Wyniki badań

Badania wytrzymałości zmęczeniowej kompozytów węglowo-epoksydowych



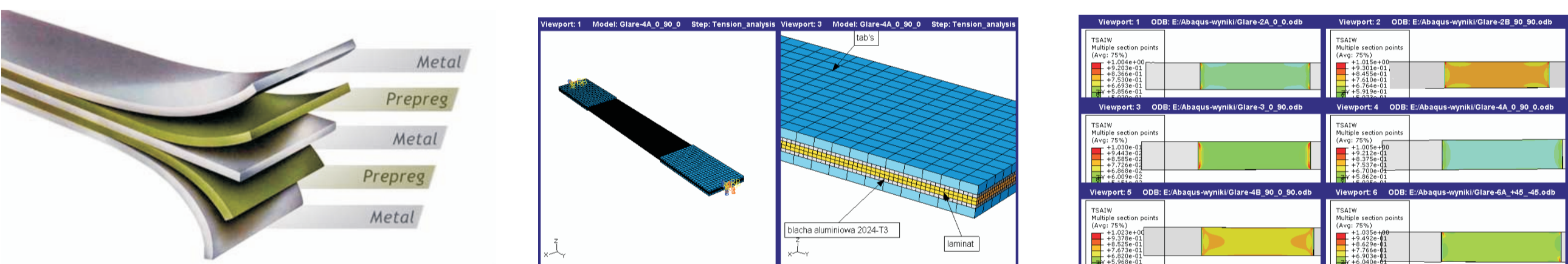
Rys.1. Modelowanie procesu pęknięcia oraz przykładowe obrazy obszarów zniszczenia

Wytwarzanie kompozytów - autoklaw (uruchomienie stanowiska)

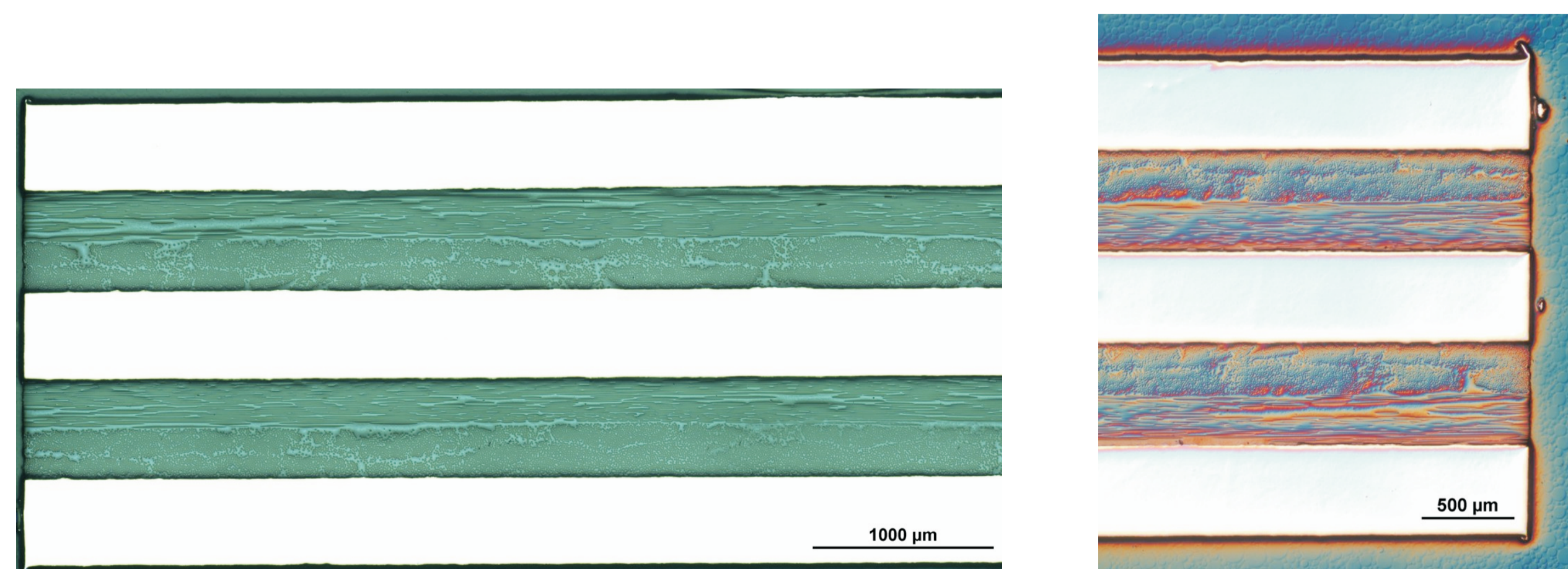
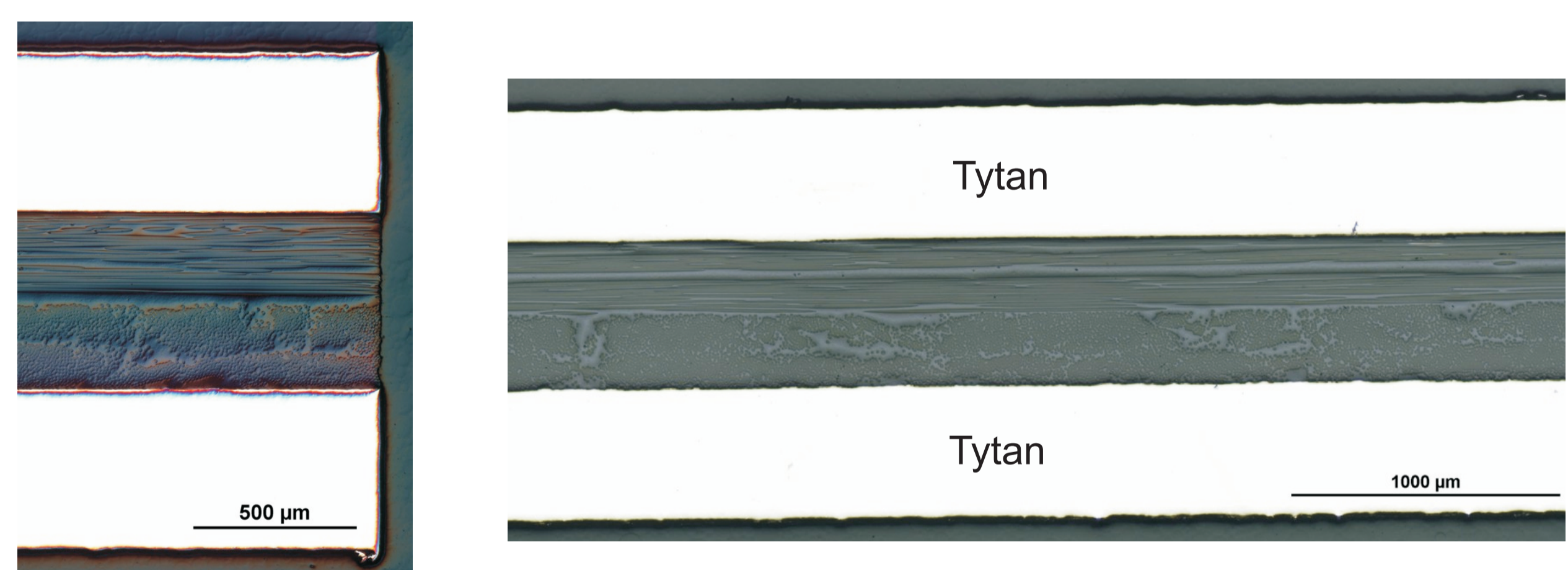
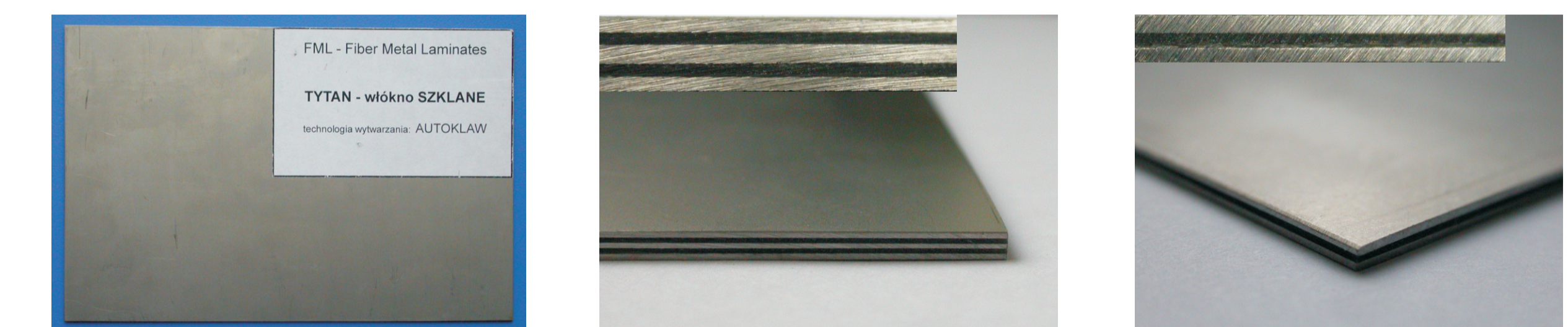


Rys. 2. Widok laboratorium wytwarzania kompozytów i clean room w Katedrze Inżynierii Materiałowej PL

Kompozyty FML - Glass Titanium Lamintes



Rys.3. Modelowanie kompozytów typu FML



Rys.4. Wykonane laminaty i mikrostruktura (przekrój poprzeczny)

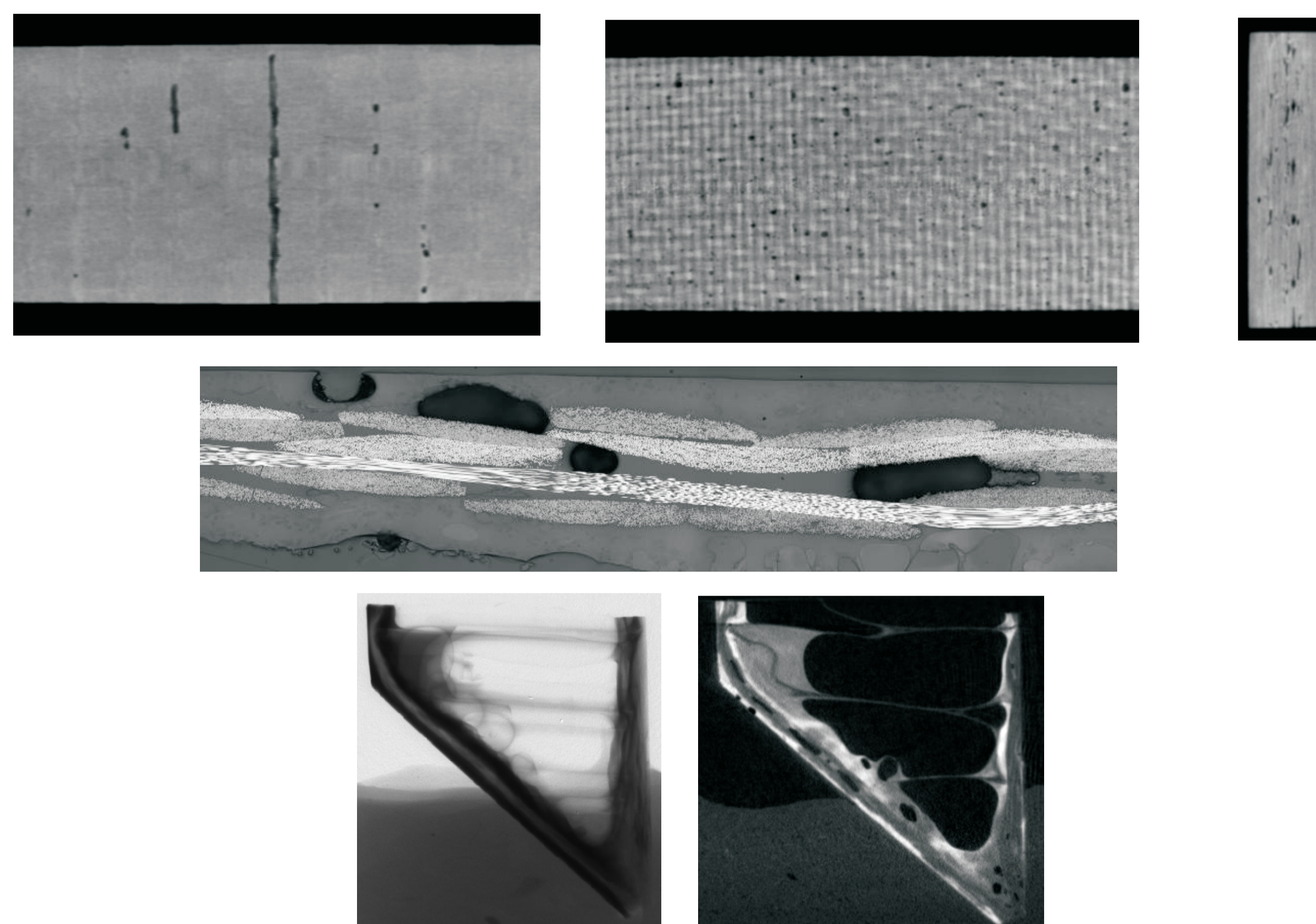
### Wyniki badań

Badania w próbie rozciągania w temperaturze -196 °C próbek wykonanych z prepregu węglowego



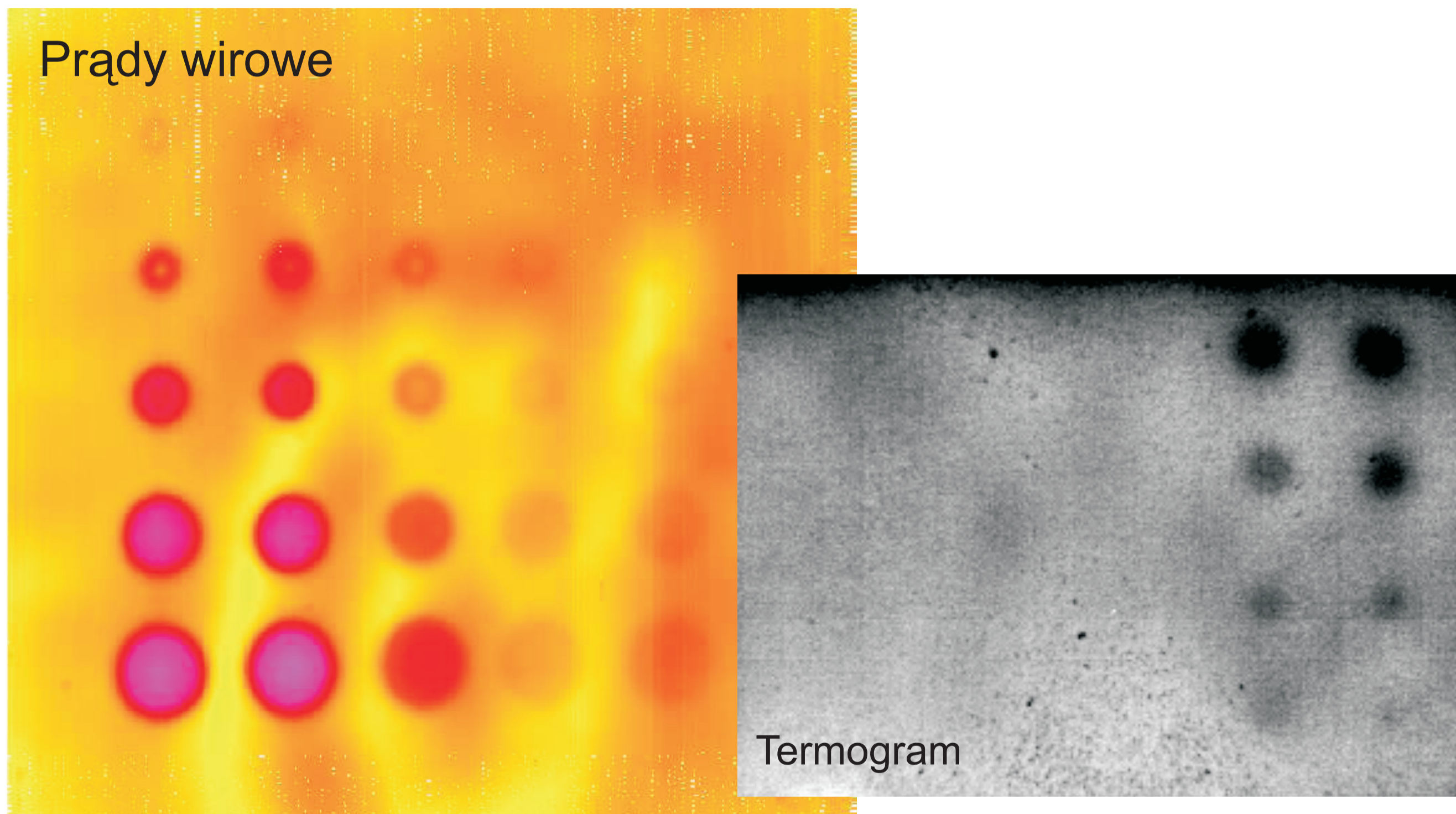
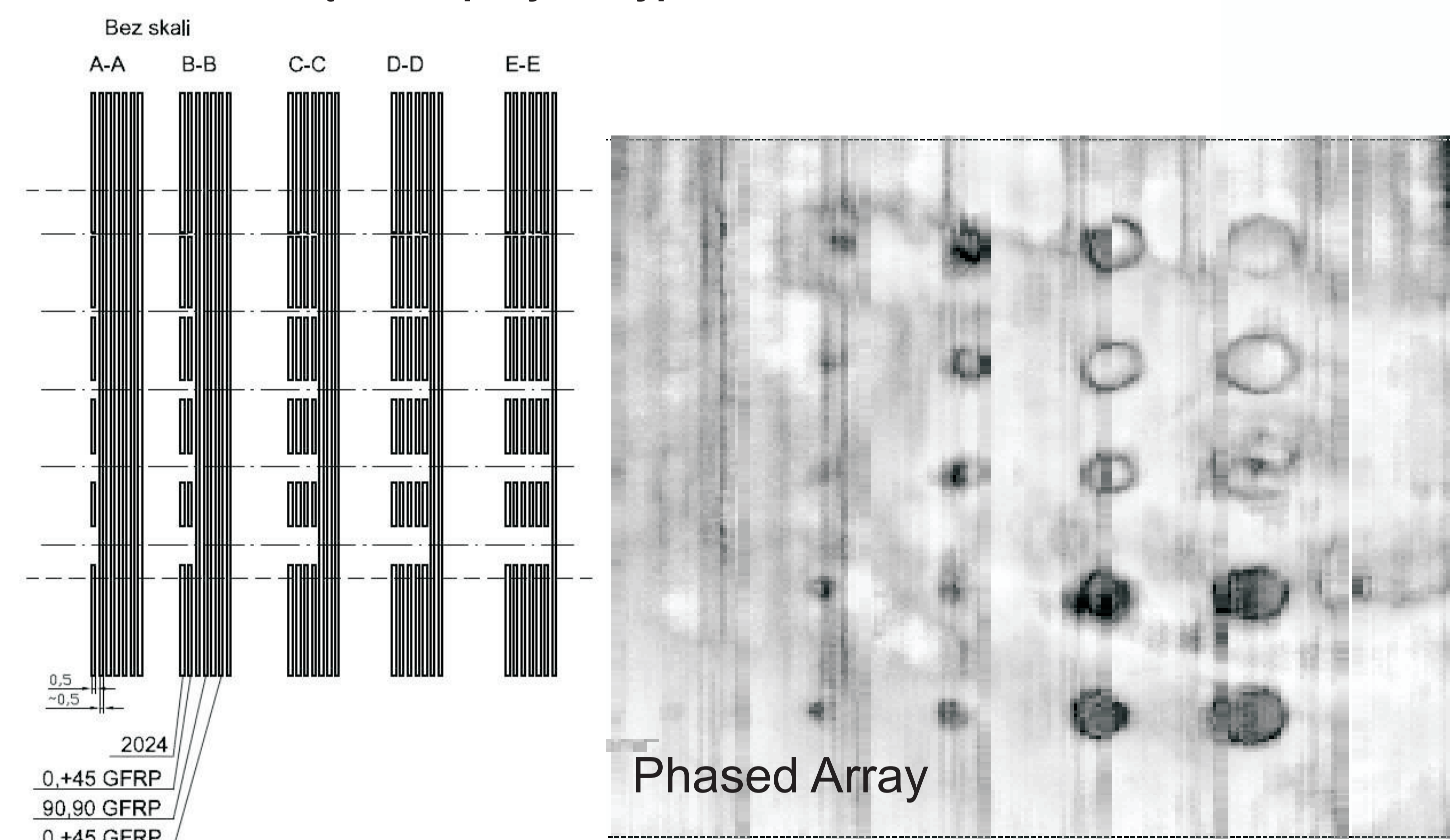
### Wyniki badań

Analiza nieciągłości w kompozytach



Rys.5. Przykłady nieciągłości strukturalnych w kompozytach (mikroskopia optyczna, tomografia komputer)

Badania nieniszczące kompozytów typu FML

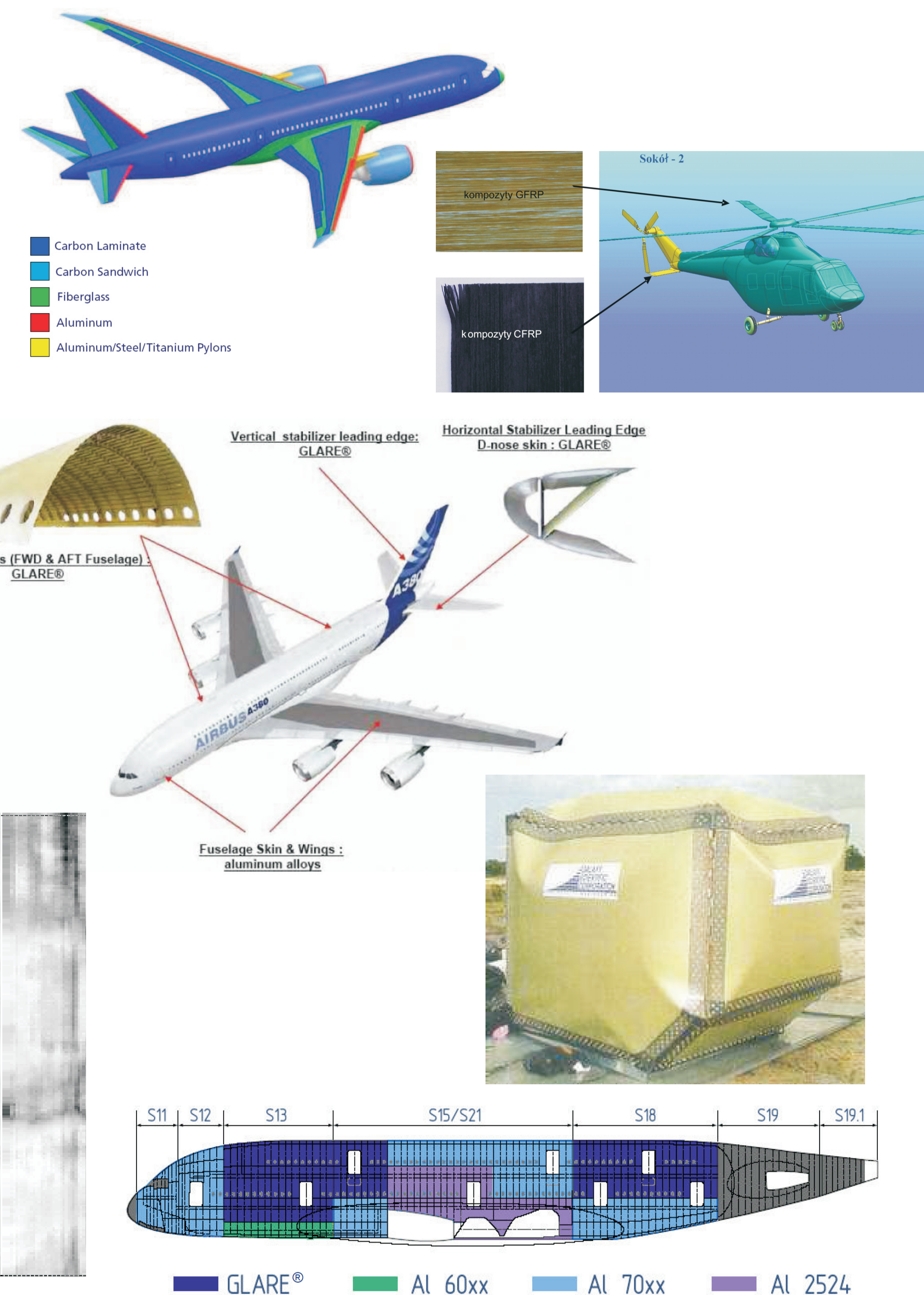


Rys.6. Obrazowanie (badania nieniszczące) kompozytów FML

### Wnioski

- kompozyty węglowo/epoksydowe wytwarzane techniką autoklawową charakteryzują się wysoką wytrzymałością zmęczeniową. Mechanizm pęknięcia kompozytów związany jest głównie z powierzchnią rozdziału (interface) włókno zbrojąco-osnowa,
- uruchomione stanowisko badawcze-autoklaw do wytwarzania materiałów kompozytowych w tym kompozytów typu GLARE a także przeprowadzone wstępne próby wytwarzania potwierdzają w pełni możliwości kształtowania materiałów kompozytowych zgodnie z procedurami stosowanymi w przemyśle lotniczym,
- wytworzone pionierskie struktury kompozytowe FML tytan-kompozyt szklano/epoksydowy charakteryzują się wysoką jakością strukturalną i mogą stanowić potencjalne rozwiązanie materiałowe na elementy konstrukcji lotniczych,
- przeprowadzone analizy numeryczne oraz opracowane modele dyskretne MES mechanizmu pęknięcia kompozytów węglowo-epoksydowych oraz modelowania kompozytów GLARE potwierdzają przydatność metody w ocenie parametrów wytrzymałościowych oraz projektowaniu i optymalizacji kompozytów,
- opracowano metodykę monitorowania stanu struktury materiałów złożonych - kompozytów hybrydowych FML metodami nieniszczącymi (badania ultradźwiękowe, prądów wirowych),
- opracowana metodyka analizy nieciągłości (wad) w laminatach i strukturach kompozytowych typu sandwich, potwierdzona badaniami, pozwala na kompleksową jakość i ilościową charakterystykę jakości wytwarzanych materiałów.

### Przykłady zastosowania w lotnictwie



### Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

- Współpraca naukowo-badawcza z głównym partnerem przemysłowym AgustaWestland PZL-Świdnik S.A.:
- modelowanie i analizy numeryczne struktur kompozytowych,
  - technologie wytwarzania zaawansowanych materiałów kompozytowych w lotnictwie,
  - badania właściwości wytrzymałościowych i zmęczeniowych kompozytów wzmacnianych włóknami węglowymi i szklanymi,
  - analiza nieciągłości strukturalnych (laminaty, struktury typu sandwich),

### Wskaźniki realizacji celów projektu

#### Referaty

- Surowska B., Bienias J., Ostapiuk M.: *The identification of discontinuities in composite sandwich panel using X-ray computed microtomography*, 9th International Conference on Durability of Composite Systems DURACOSYS – 2010, 12 – 15 September 2010, Patras – Greece, oral, book of abstracts p. 43, artykuł na CD no. 11
- Ostapiuk M., Bienias J., Surowska B.: *Analysis of discontinuities in the aviation composite structures*, 9th International Conference on Durability of Composite Systems DURACOSYS – 2010, 12 – 15 September 2010, Patras – Greece, oral, book of abstracts p. 55, artykuł na CD no.6
- Surowska B., Bienias J., Beer K.: *Analiza wpływu technologii przygotowania powierzchni metalu na jakość połączenia w laminatach typu GLARE*, IV Konferencja Naukowa Nowoczesne Technologie w Inżynierii Powierzchni, Spała 27-30 wrzesień 2010, poster
- Dragan K., Lisiecki J., Klimaszewski S.: *Impact damage identification in the composite aerospace elements with the use ndt and shm approach*, 5th International Conference "Supply on the Wings", November 2-4, 2010, Frankfurt, Germany

#### Prace inż. i mgr

- Prace inżynierskie obronione:**
- Małgorzata Kozak: *Analiza nieciągłości w laminacie kompozytowym*. Promotor: dr. inż. Jarosław Bienias

#### Prace inżynierskie planowane

- Katarzyna Jaskot: *Modelowanie laminatów z wykorzystaniem metody elementów skończonych – analiza porównawcza*. Promotor: dr. inż. Hubert Dębski, planowany termin obrony II.2011 r

#### Prace magisterskie planowane

- Łukasz Kowalczyk: *Proces wytwarzania laminatu metalowo-włóknistego*. Promotor: prof. dr hab. Barbara Surowska, planowany termin obrony VI.2011 r
- Patryk Jakubczak: *Wstępna ocena jakości laminatu metalowo-włóknistego*. Promotor: dr. inż. Jarosław Bienias, planowany termin obrony VI.2011 r
- Krzysztof Majerski: *Badania zniszczenia kompozytów węglowo-epoksydowych*. Promotor: dr. inż. Jarosław Bienias, planowany termin obrony VI.2011 r
- Paweł Czerkies: *Numeryczne modelowanie zniszczenia kompozytu węglowo-epoksydowego*. Promotor: dr. inż. Hubert Dębski, planowany termin obrony VI.2011 r