

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Metaliczne materiały kompozytowe w aplikacjach lotniczych (w tym materiały typu GLARE) Composite metallic materials in aviation applications (including Glare-type materials)

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

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

- Metody diagnostyki struktur kompozytowych (w tym materiałów typu FML)
- Diagnostic methods for composites (including FML-type materials)
- Technologia wytwarzania „inteligentnych” struktur kompozytowych, z wykorzystaniem zintegrowanych ze struktur sieci czujników PZT
- Technology of manufacturing "smart" composite structures, using PZT sensor networks integrated with the structure

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Metody diagnostyki struktur kompozytowych (w tym materiałów typu FML):
Diagnostic methods for composites (including FML-type materials):

W oparciu o wieloletnie doświadczenia w zakresie badań niszczących oraz wykorzystanie najnowocześniejszych stosowanych na świecie urządzeń oraz metod badawczych opracowano metody diagnostyki nowoczesnych materiałów kompozytowych, w tym materiałów typu FML. Za pomocą opracowanych metod możliwa jest kompleksowa diagnostyka struktur kompozytowych zarówno na etapie wytwarzania jak i podczas eksploatacji.

Based on many years of experience in the field of non-destructive testing and use of the most applied in the world equipment and research methods, diagnostic methods of modern composite materials, including materials such as FML were developed. Using the developed methods a complex composite structures diagnosis, during preparation as well as during use is possible.

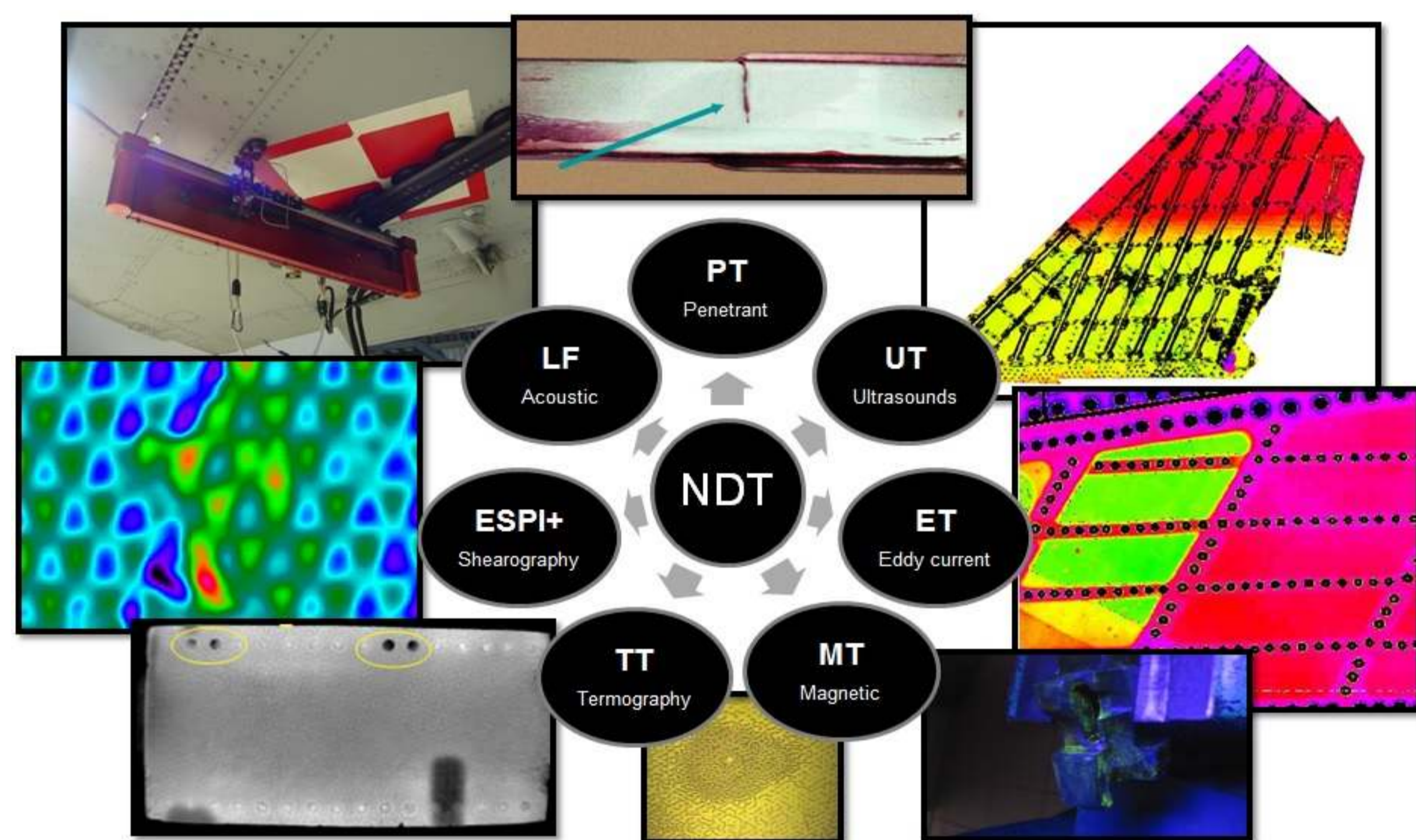
Technologia wytwarzania „inteligentnych” struktur kompozytowych, z wykorzystaniem zintegrowanych ze struktur sieci czujników PZT:
Technology of manufacturing "smart" composite structures, using PZT sensor networks integrated with the structure:

Za pomocą przetworników PZT, wbudowanych w strukturę kompozytu, możliwe jest wzbudzenie w strukturze fal sprężystych oraz ich rejestracja. Za pomocą opracowanych metod analizy sygnału, możliwa jest detekcja i lokalizacja uszkodzeń w strukturze, m.in. uszkodzeń udarowych BVID lub odklejeń. Technologia integracji przetworników ze strukturą oraz metody analizy danych zoptymalizowano pod kątem jej użyczenia do detekcji uszkodzeń ustalonego typu.

By using PZT transducers embedded in the composite structure, it is possible to excite the structure of elastic waves and their registration. Using the developed methods of signal analysis, it is possible to detect and localize damages in structure, including BVID impact damage or delaminations. Integration Technology of transmitter integration with structure and methods of data analysis are optimized in terms of its usefulness for the detection of damage of a predetermined type.

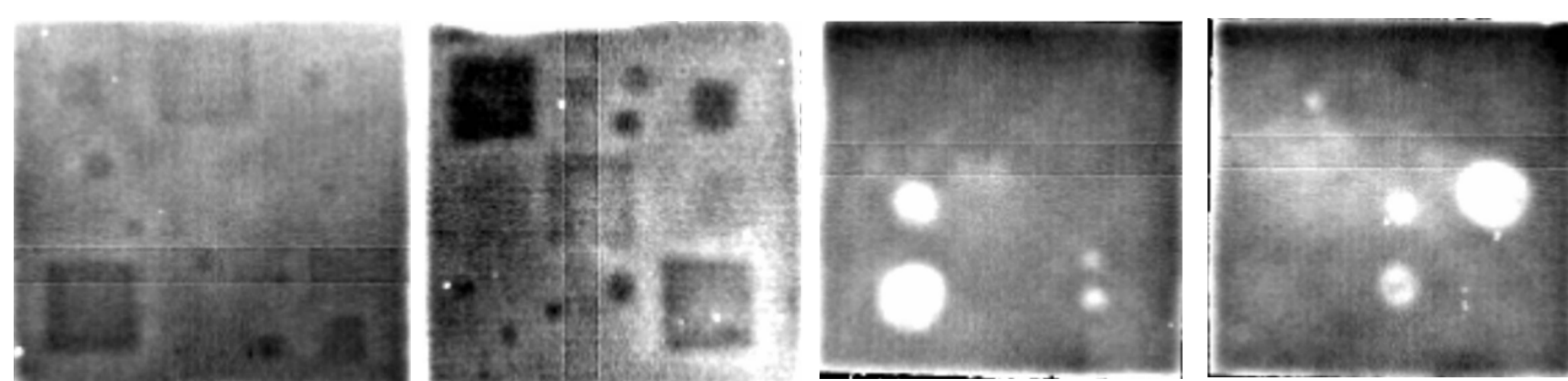
Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

Metody diagnostyki struktur kompozytowych (w tym materiałów typu FML):
Diagnostic methods for composites (including FML-type materials):



Rys. 1. Stosowane metody badań niszczących
Fig. 1. Method of non destructive testing

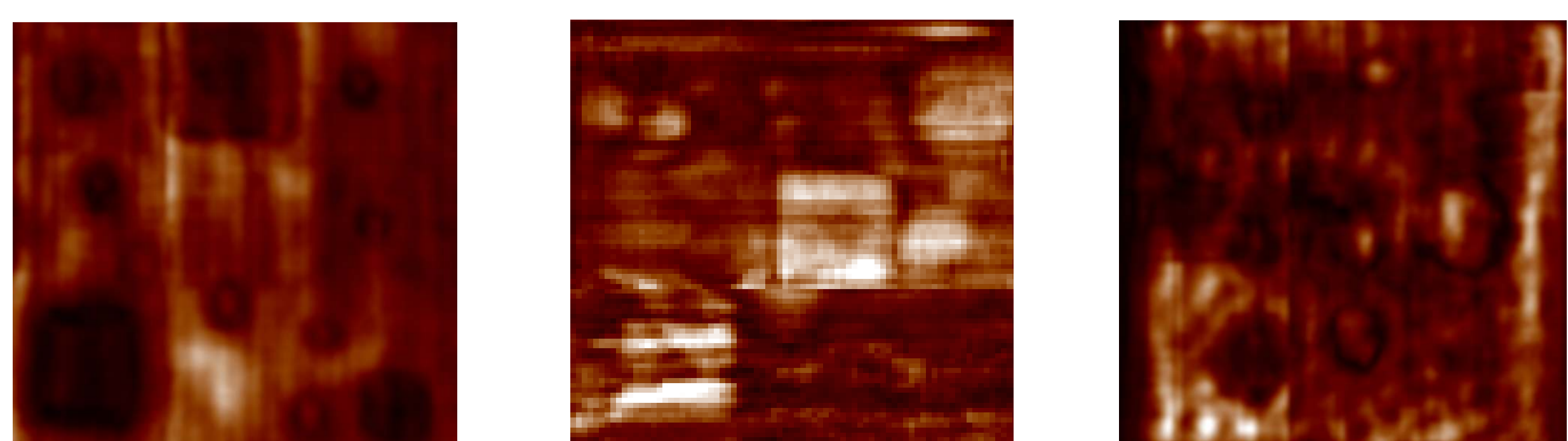
Wykonywanie badań niszczących struktur mających na celu wykrycie uszkodzeń powstałych na etapie produkcyjnym
The NDI of the structure, which is supposed to detect operational damages



Rys. 2. Wyniki badań próbek wzorcowych FML metod termografii impulsowej
Fig. 2. Results of pulse thermography test of reference FML specimens



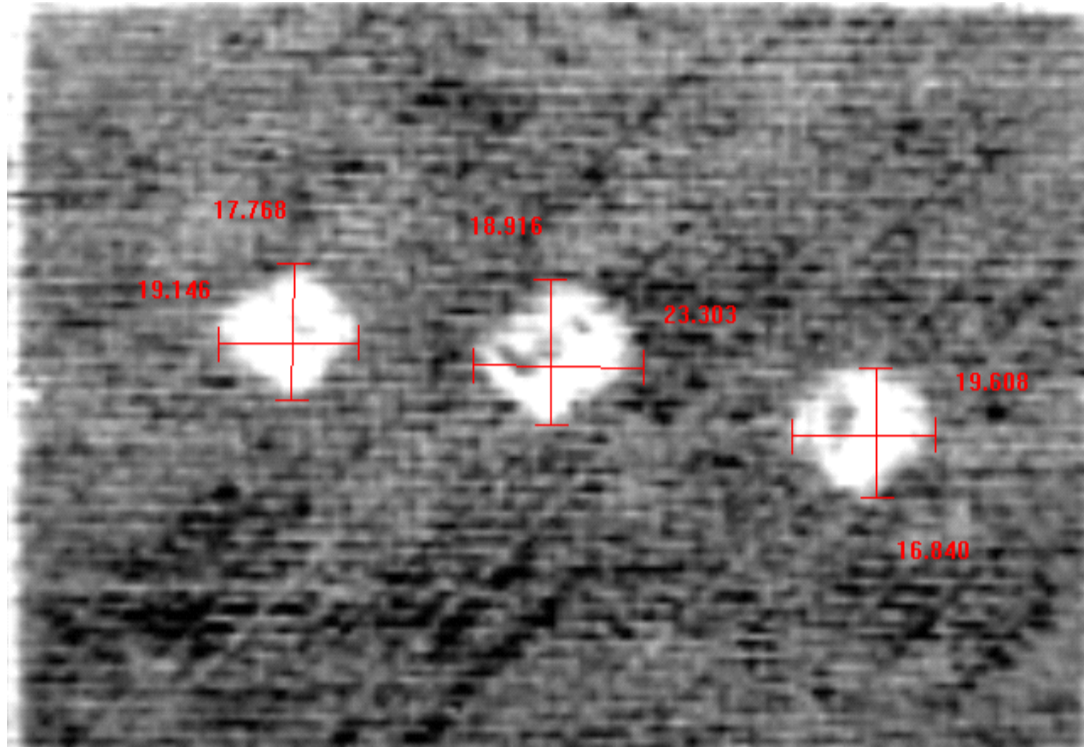
Rys. 3. Wyniki badań próbek wzorcowych FML metod ultradźwięków - głowica jednoprzetwornikowa
Fig. 3. Results of ultrasonography test of reference FML specimens - single sensor transducer



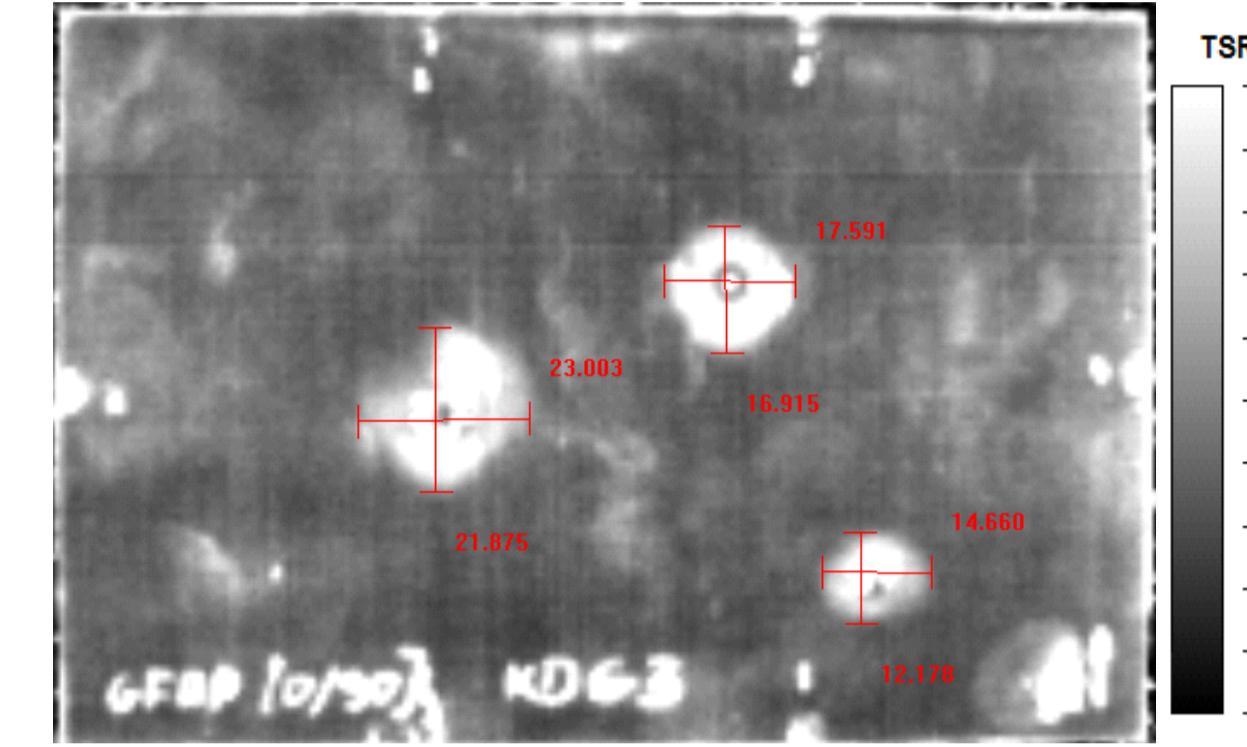
Rys. 4. Wyniki badań próbek wzorcowych FML metod ultradźwięków - głowica wieloprzetwornikowa
Fig. 4. Results of ultrasonography test of reference FML specimens - Phased Array

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

Wykonywanie badań niszczących struktur mających na celu wykrycie uszkodzeń od uderzenia o małych energiach
The NDI of the structure, which is supposed to detect impact damages



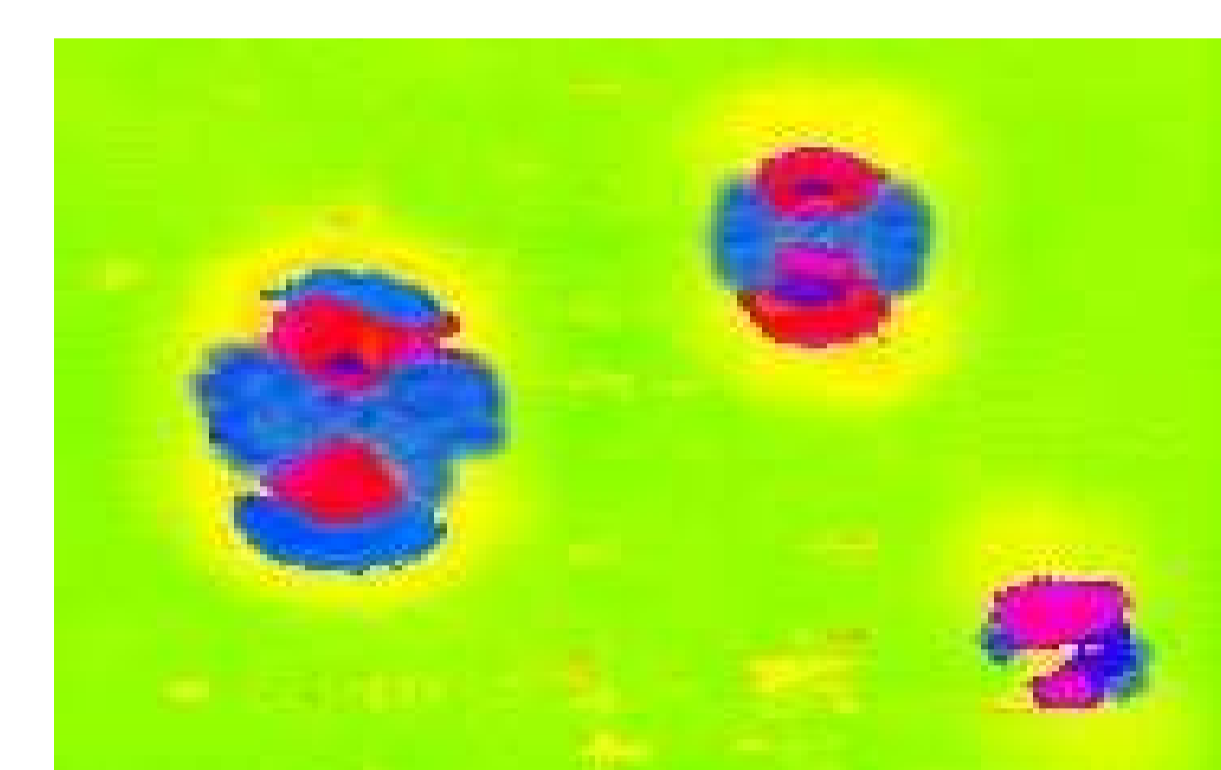
Rys. 5. Wyniki badań próbki CFRP metod termografii impulsowej
Fig. 5. Results of pulse thermography test of CFRP specimen



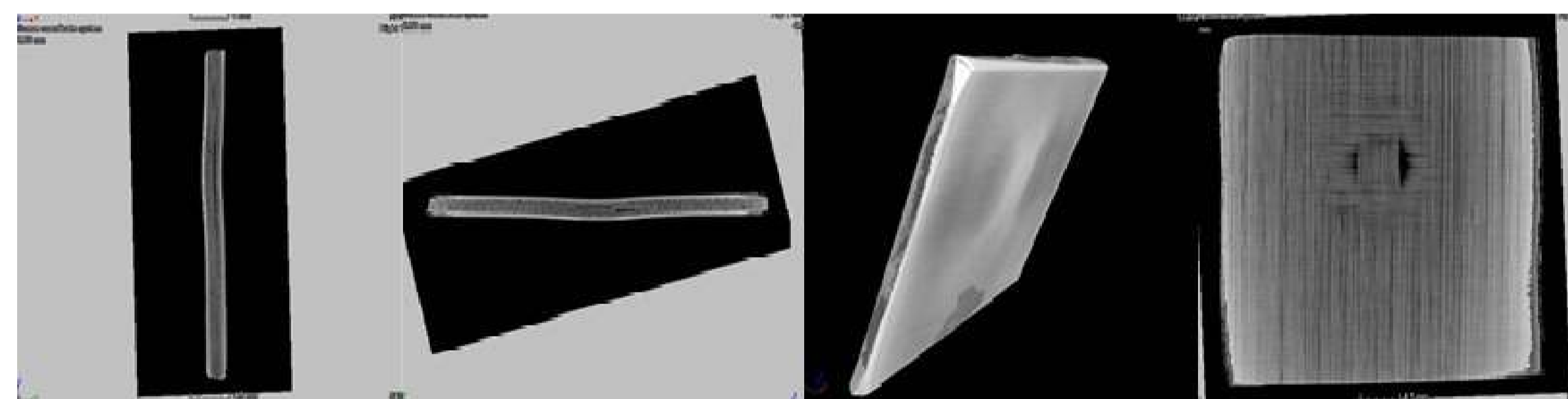
Rys. 6. Wyniki badań próbki GFRP metod termografii impulsowej
Fig. 6. Results of pulse thermography test of GFRP specimen



Rys. 7. Wyniki badań próbki CFRP metod ultradźwięków
Fig. 7. Results of ultrasonography test of CFRP specimen

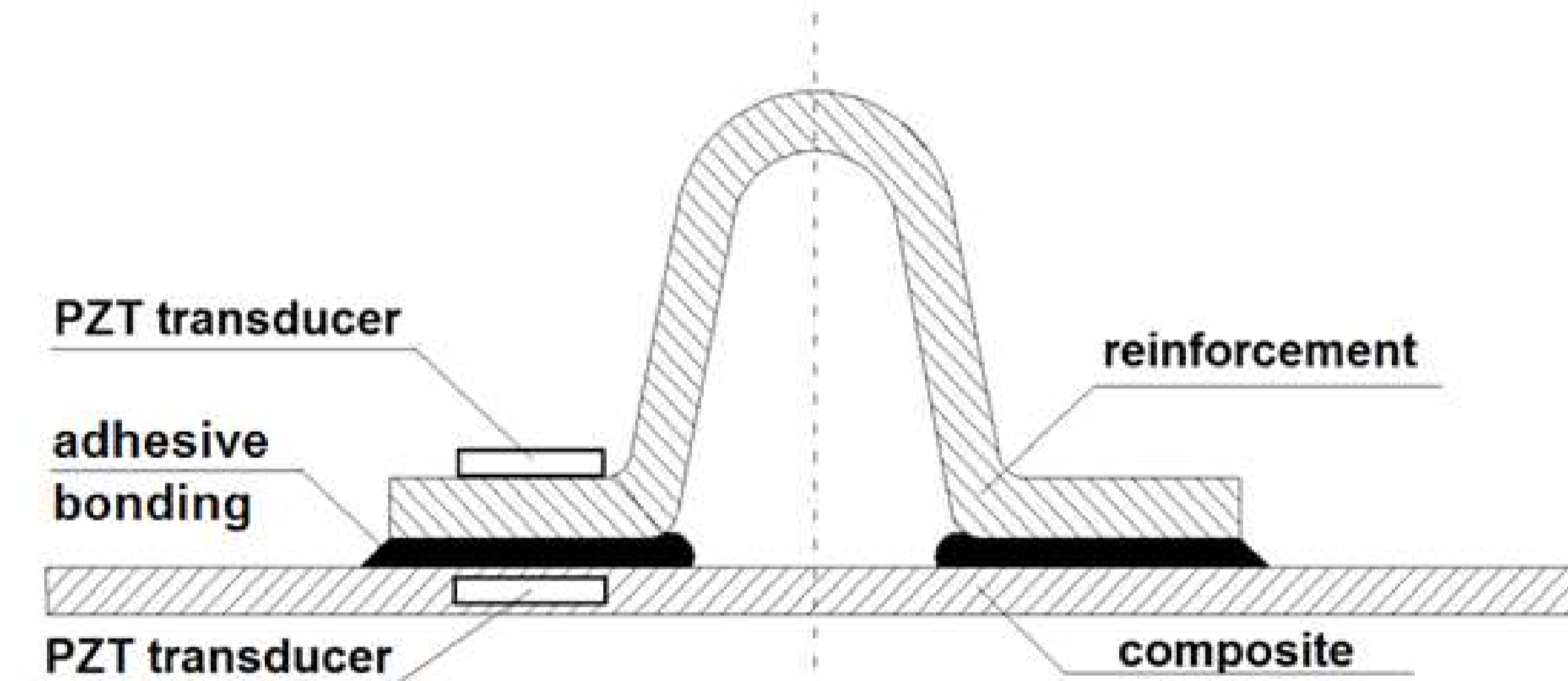


Rys. 8. Wyniki badań próbki GFRP metod ultradźwięków
Fig. 8. Results of ultrasonography test of GFRP specimen



Rys. 9. Wyniki badań próbki FML metod tomografii komputerowej
Fig. 9. Results of tomography test of FML specimen

Technologia wytwarzania „inteligentnych” struktur kompozytowych, z wykorzystaniem zintegrowanych ze struktur sieci czujników PZT:
Technology of manufacturing "smart" composite structures, using PZT sensor networks integrated with the structure:



Rys. 10. Ramowy schemat „inteligentnej” struktury kompozytywnej w konfiguracji mogącej służyć m.in. do detekcji odklejeń elementów strukturalnych
Fig. 10. Scheme of smart composite structure in the setup configured towards detection of structural elements debondings

Wykonany w technologii autoklawowej demonstrator „inteligentnej” kompozytywnej struktury zintegrowanej z siecią przetworników PZT. Prace przeprowadzono w fabryce kompozytów w WZL 1 D w ramach konsorcjum KOMPOTECH.

Demonstrator of "smart" composite structure integrated with the PZT transducers network manufactured using autoclave technology. The work was carried out in the composites factory in WZL 1 Deblin (KOMPOTECH consortium).

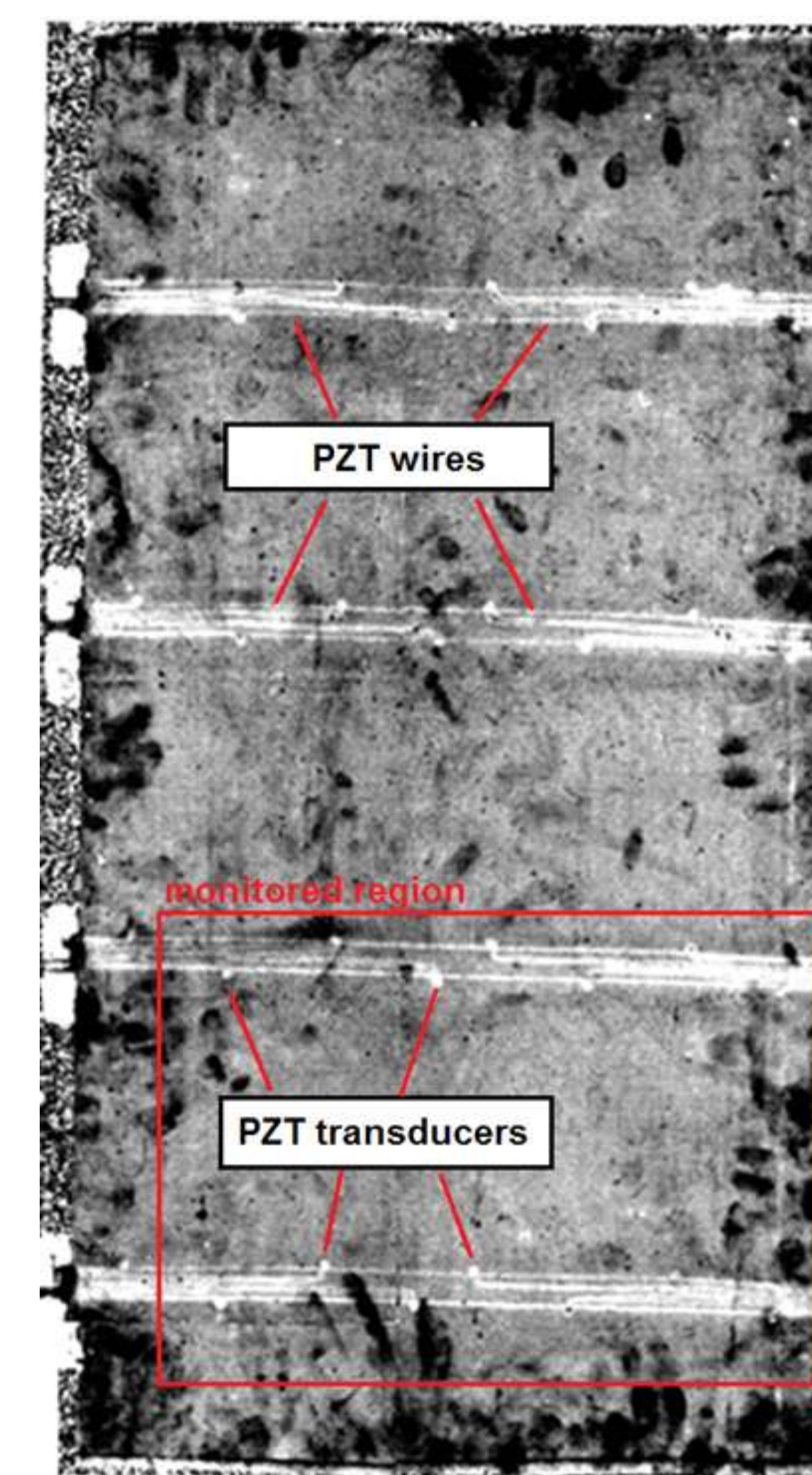


Rys. 11. Wykonanie demonstratora w technologii autoklawowej
Fig. 11. Perform a demonstrator in autoclave technology

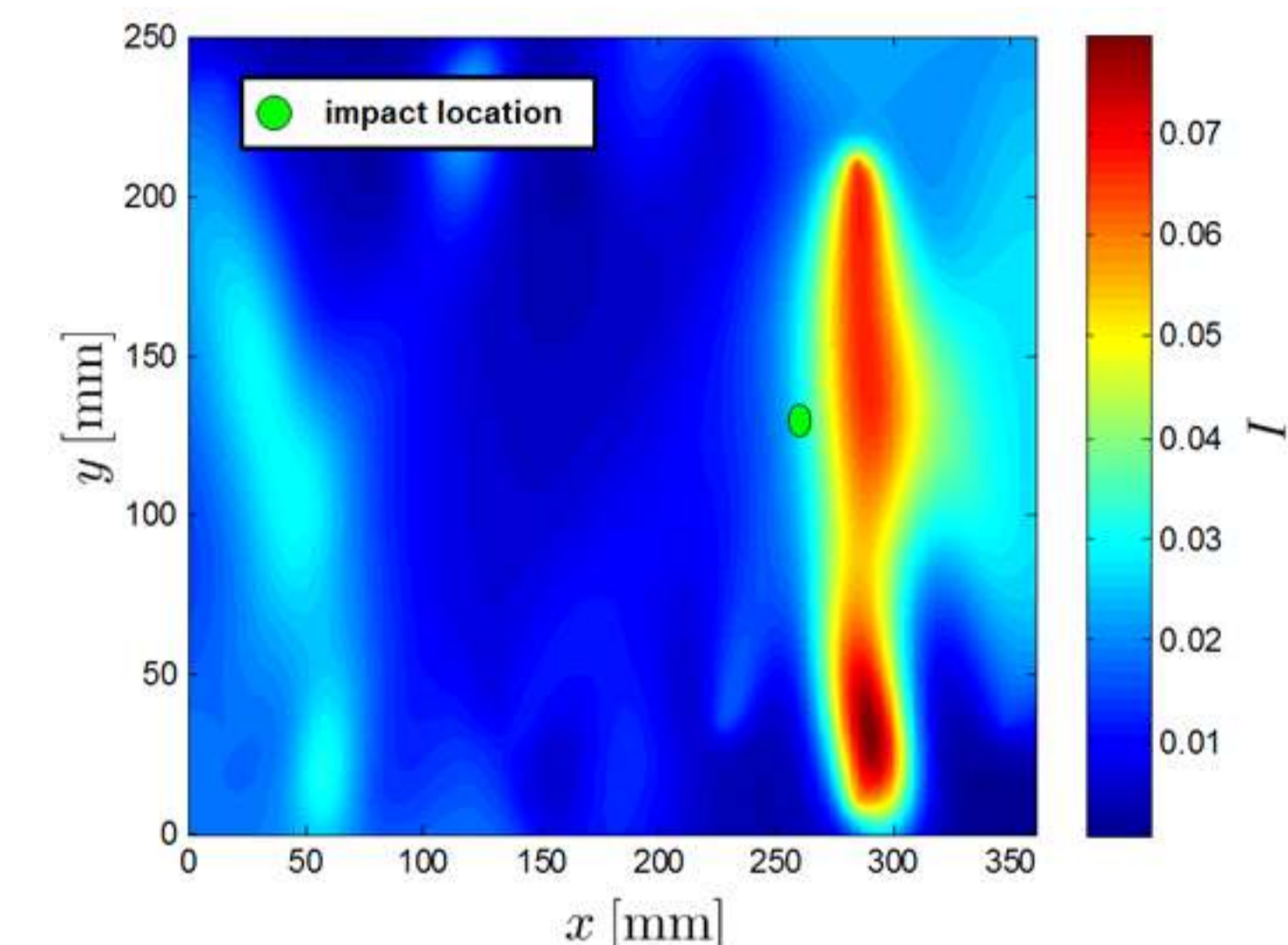


Rys. 12. Ramowy schemat „inteligentnej” struktury kompozytywnej w konfiguracji mogącej służyć m.in. do detekcji odklejeń elementów strukturalnych
Fig. 12. Scheme of smart composite structure in the setup configured towards detection of structural elements debondings

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



Rys. 13. Termogram struktury demonstratora, uwidaczniający wbudowaną w strukturę sieć przetworników PZT
Fig. 13. Thermogram of the manufactured smart structure, visualizing network of embedded PZT sensor specimen



Rys. 14. Przykład mapy lokalizacji uszkodzenia BVID struktury, uzyskana na podstawie opracowanych metod analizy sygnału
Fig. 14. An example of localization map of BVID damage, based on the elaborated signal processing methods

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Metody diagnostyki struktur kompozytowych (w tym materiałów typu FML):
Diagnostic methods for composites (including FML-type materials):

Zaletą rozwiązania jest możliwość diagnozowania struktur kompozytowych, w tym FML. Badaniom mogą być poddawane struktury zarówno na etapie produkcyjnym (co pozwala na eliminację elementów z defektami takimi jak wtrącenia czy porowatość) jak i podczas eksploatacji. Monitorowanie stanu struktury podczas eksploatacji pozwala na wczesne wykrycie powstałych uszkodzeń. Możliwa jest również diagnostyka poprawnie wykonywanych na samolotach kompozytowych napraw.

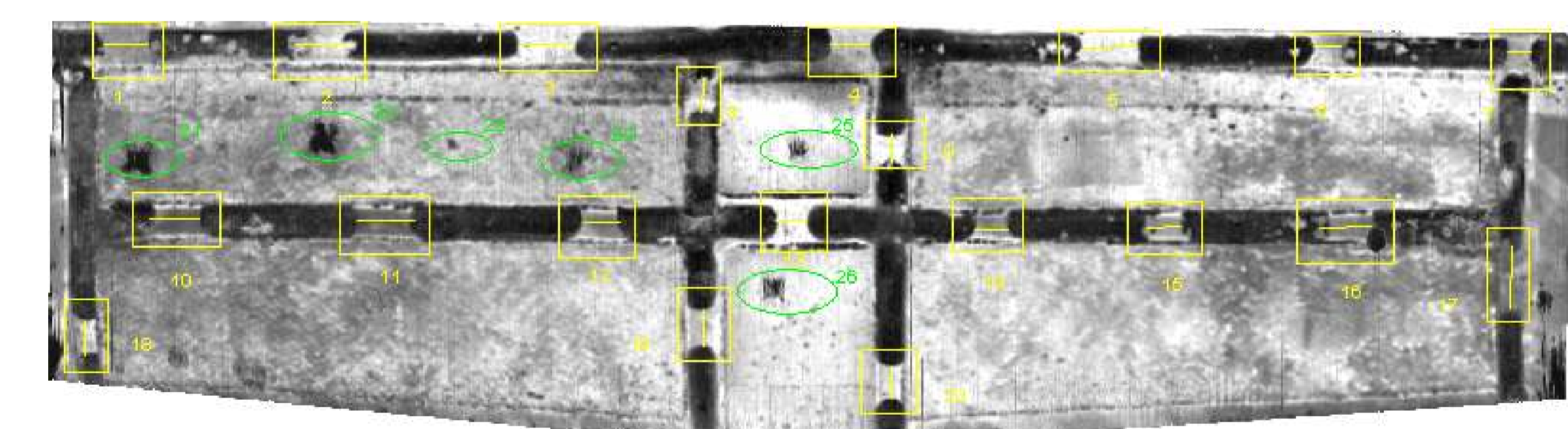
The advantage of this solution is the possibility to diagnose composite structures, including FML. Either structures at the production stage (thereby eliminating the elements with defects such as inclusions or porosity) or during exploitation can be tested. Monitoring the condition of the structure during exploitation allows for early damage detection. It is also possible to diagnose the correctness of performed composite repairs.

Technologia wytwarzania „inteligentnych” struktur kompozytowych, z wykorzystaniem zintegrowanych ze struktur sieci czujników PZT:
Technology of manufacturing "smart" composite structures, using PZT sensor networks integrated with the structure:

Zaletą rozwiązania jest możliwość detekcji, lokalizacji i monitorowania rozwoju różnorodnych uszkodzeń struktur kompozytowych, w tym: rozwarstwienia, odklejenia, uszkodzenia udarowego BVID. Wyniki badań mogą być wykorzystane do opracowania i budowy nowych rozwiązań za samodiagnostykę w tym np. platform bezzałogowych.

The advantage of this solution is possibility of detection, localization and monitoring the development of various damages of composite structures, including: delamination, impact damage, BVID. The test results can be used to develop and build new self-diagnose solutions for example unmanned platforms.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki
Examples of application in aviation and other branches



Rys. 15. Wyniki badań statecznika poziomego samolotu "Orka" metod ultradźwięków
Fig. 15. Results of ultrasound test of "Orka" horizontal stabilizer

Diagnostyka struktur kompozytowych ma bardzo szerokie zastosowanie w lotnictwie. Pozwala na bezpieczne eksploataowanie statków powietrznych poprzez wczesne wykrywanie uszkodzeń oraz kontrolę wykonanych napraw. Badania niszczące są również niezbędne w innych gałęziach gospodarki zajmujących się produkcją elementów kompozytowych (np. kontrola jakości wykonanych elementów). Inteligentne struktury kompozytowe zintegrowane z sieciami przetworników PZT mogą być wykorzystane do budowy elementów strukturalnych statków powietrznych, np. poszycia. Pozwalają one na bieżącą, autonomiczną, wiarygodną i niskokosztową ocenę stanu struktury statków powietrznych.

Diagnosis of composite structures is widely used in aviation. It allows for the safe exploitation of aircraft through early damage detection and control of performed repairs. Non-destructive testing is also necessary in other industries involved in the production of composite parts (eg. the quality control of the elements). Intelligent composite structures integrated with the PZT transducers network may be used in manufacturing of structural elements of aircraft, for example sheathing. They allow for continuous, autonomous, reliable and low-cost assessment of the aircraft structure condition.

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Zgłoszenia patentowe
Patent applications

P.413613 pt. "Układ do detekcji i monitorowania rozwoju uszkodzeń elementów struktury, zwłaszcza statku powietrznego", autorzy Krzysztof Dragan, Michał Dziendzikowski, Artur Kurnyta, Andrzej Leski

P.414277 "Układ do detekcji i monitorowania uszkodzeń struktury kompozytywnej, zwłaszcza z nieprzewodzącym rdzeniem", autorzy Artur Kurnyta, Krzysztof Dragan, Michał Dziendzikowski, Andrzej Leski