


Materiały inteligentne - oraz bazujące na nich systemy zespolone (ang. smart embedded systems) do zastosowania w lotnictwie

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk, Instytut Lotnictwa w Warszawie, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań

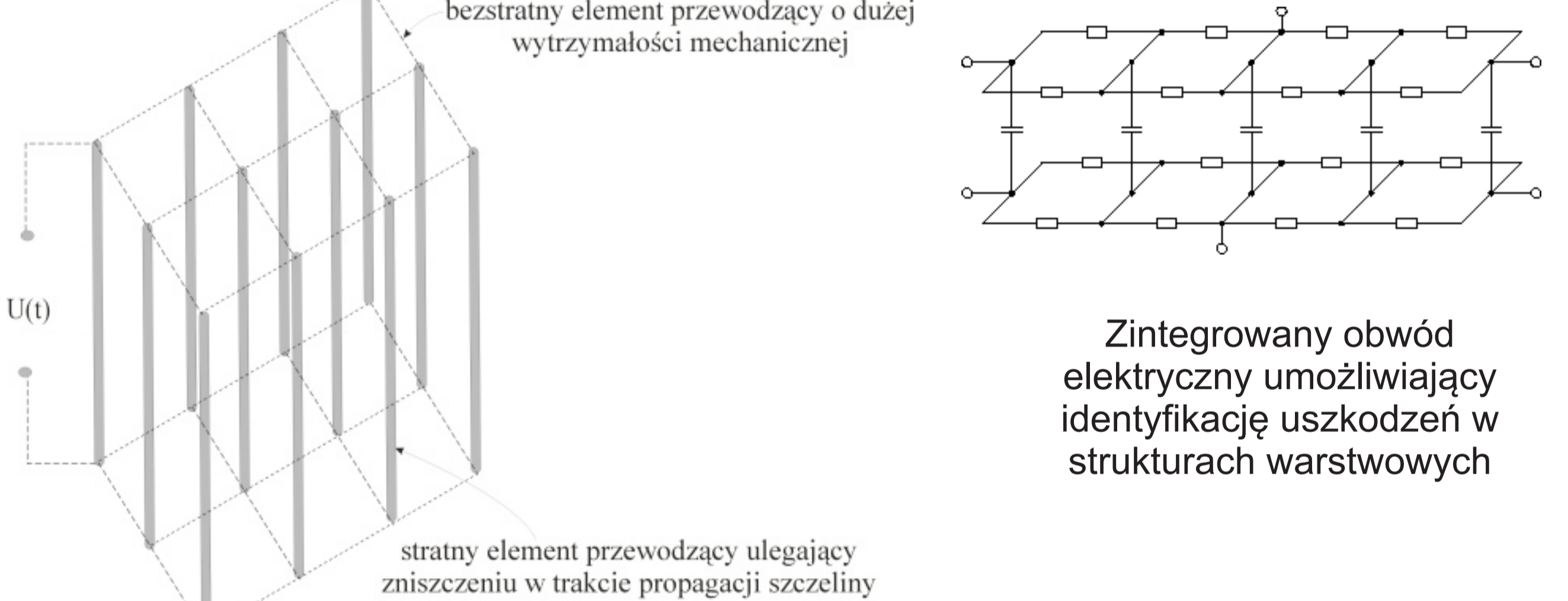
Opracowanie narzędzi numerycznych do modelowania SESModelowanie, projektowanie i wytwarzanie SES do zadań aplikacyjnych.

Systemy SES dla lotnictwa (SES - ang. Smart Embedded Systems)



Monitorowanie struktur kompozytowych (poszycie skrzydła, łopata wirnika), wykrywanie delaminacji, monitorowanie stanu połączeń elementów

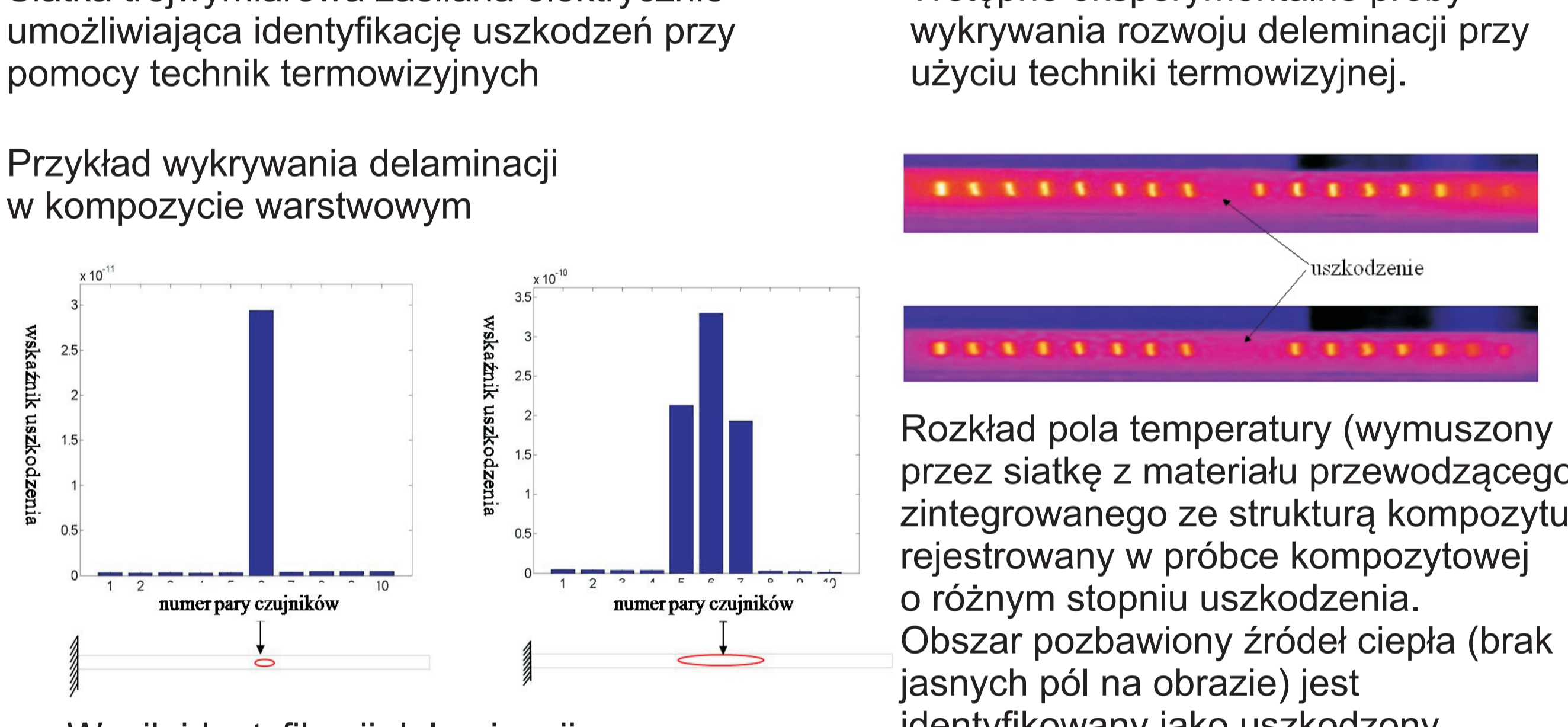
Siatka trójwymiarowa czujników piezoelektrycznych umożliwiająca pomiar odkształceń dynamicznych górnej i dolnej powierzchni badanej struktury



Schemat zaworu HPV

Zastrzeżenie patentowe Nr P-385086

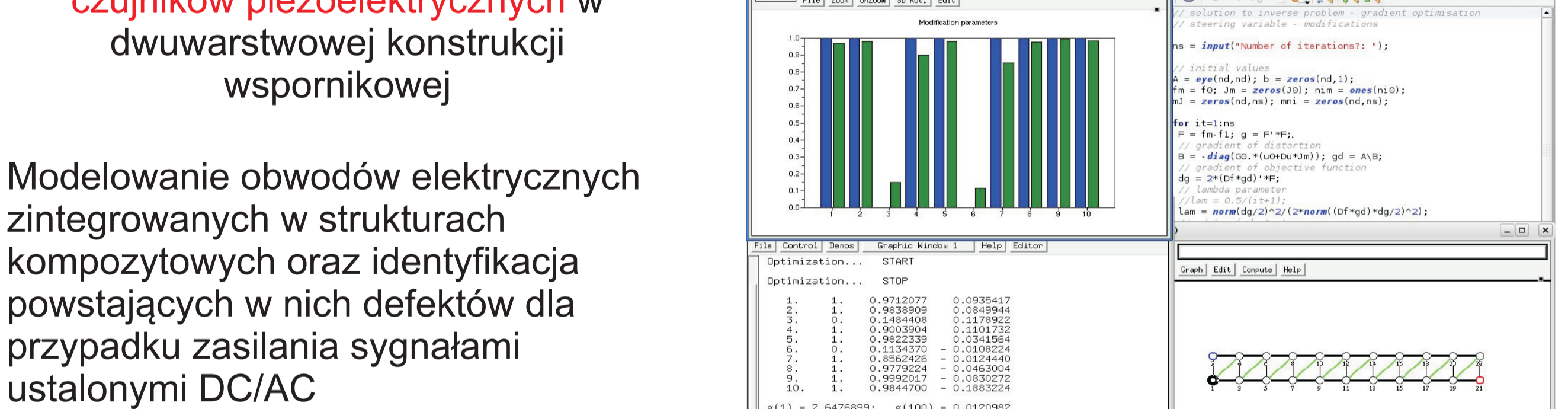
Symulacja numeryczna zamknięcia zaworu HPV



Siatka trójwymiarowa zasilana elektrycznie umożliwiająca identyfikację uszkodzeń przy pomocy technik termowizyjnych

Przykład wykrywania delaminacji w kompozycie warstwowym

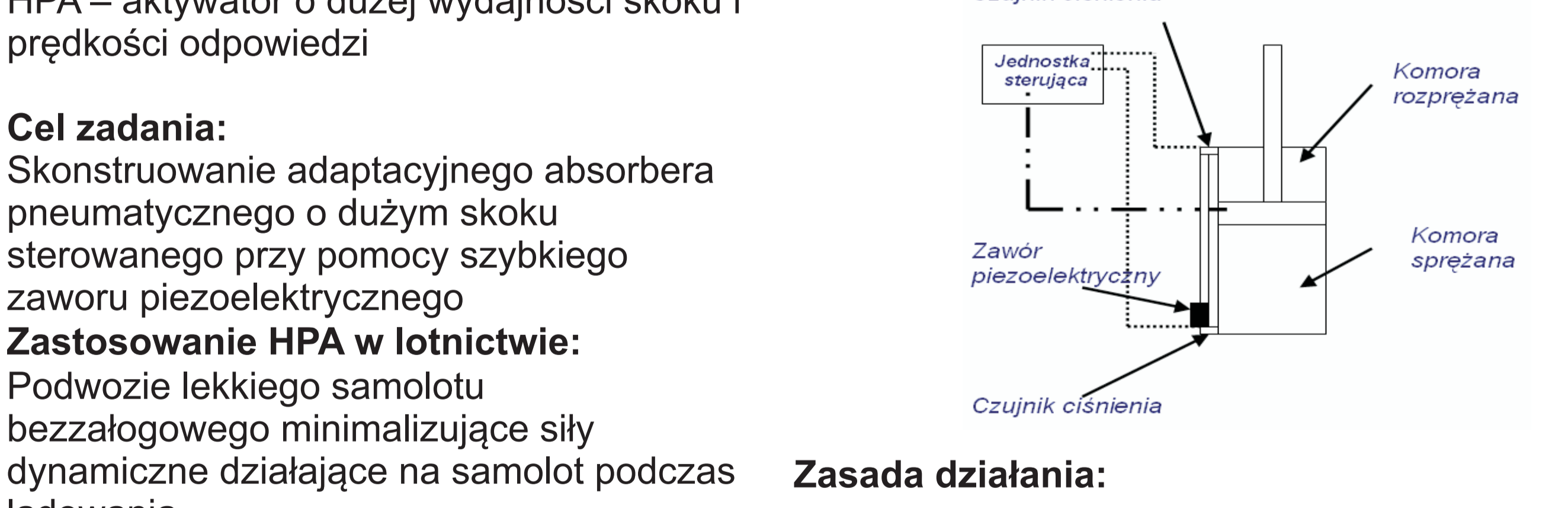
Wstępne eksperymentalne próby wykrywania rozwoju delaminacji przy użyciu techniki termowizyjnej.



Wykresy wykrywania delaminacji o różnym rozmiarze za pomocą siatki czujników piezoelektrycznych w dwuwarstwowej konstrukcji wspornikowej

Modelowanie obwodów elektrycznych zintegrowanych w strukturach kompozytowych oraz identyfikacja powstających w nich defektów dla przypadku zasilania sygnałami ustalonymi DC/AC

Opanowanie wytwarzania HPA (aktywatorów o dużej wydajności skoku i prędkości odpowiedzi). Zawór HPV o dużej wydajności.

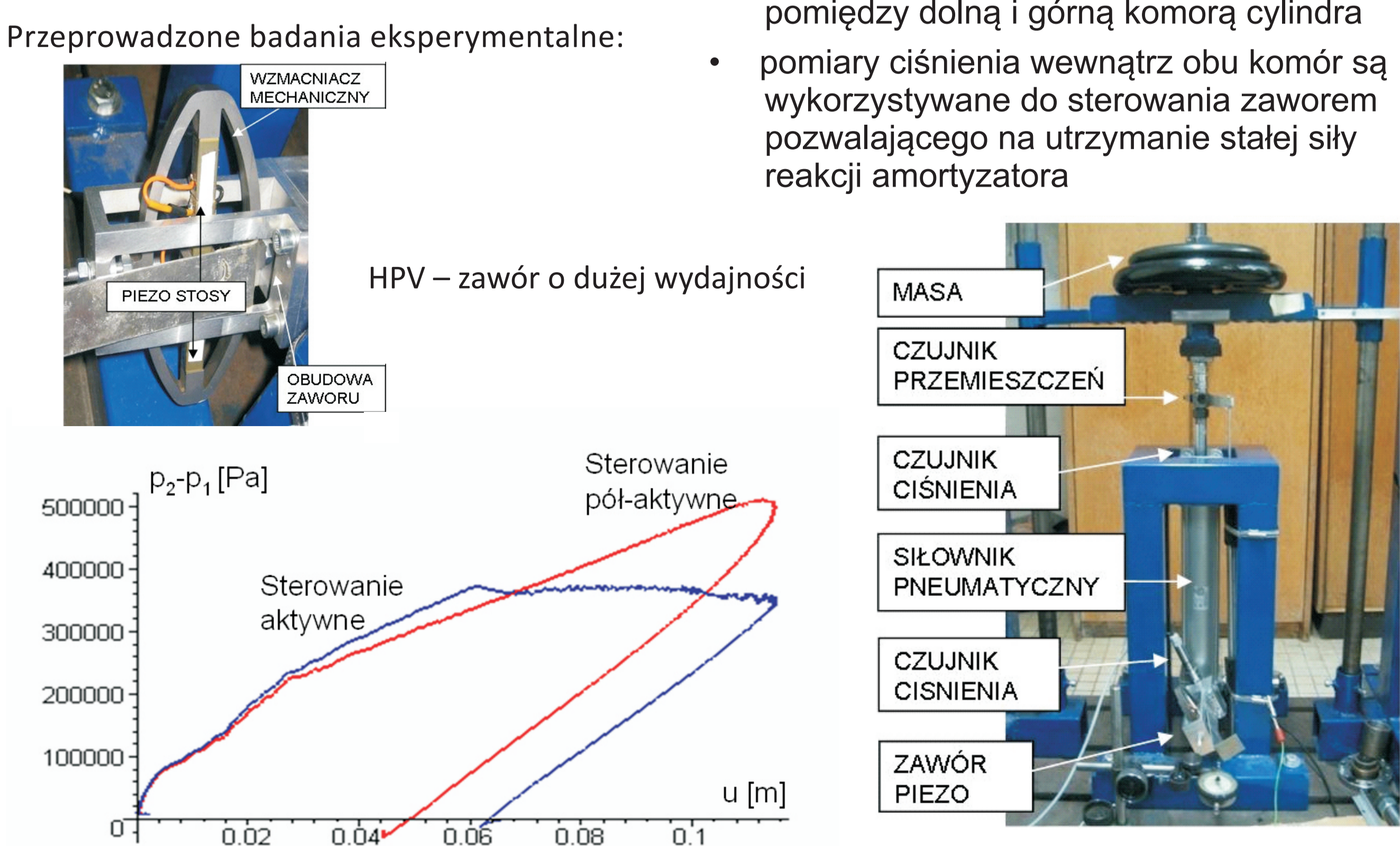


HPA – aktywator o dużej wydajności skoku i prędkości odpowiedzi

Cel zadania: Skonstruowanie adaptacyjnego absorbera pneumatycznego o dużym skoku sterowanego przy pomocy szybkiego zaworu piezoelektrycznego

Zastosowanie HPA w lotnictwie: Podwozie lekkiego samolotu bezałogowego minimalizujące siły dynamiczne działające na samolot podczas lądowania.

Zasada działania: zawór piezoelektryczny (czas odpowiedzi: 2ms) steruje przepływem powietrza pomiędzy dolną i górną komorą cylindra



Przeprowadzone badania eksperymentalne:

HPV – zawór o dużej wydajności

Wykres: $P_2 - P_1$ [Pa] vs u [m]

Wykres: $P_2 - P_1$ [Pa] vs u [m] (Sterowanie aktywne, Sterowanie pół-aktywne)

Legenda: MASA, CZUJNIK PRZEMIESZCZEŃ, CZUJNIK CIŚNIENIA, SIŁOWNIK PNEUMATYCZNY, CZUJNIK CIŚNIENIA, ZAWÓR PIEZO

Cel zadania: Skonstruowanie szybkiego i lekkiego sterowalnego zaworu do poduszki powietrznej umożliwiającego wypływ dużej ilości gazu

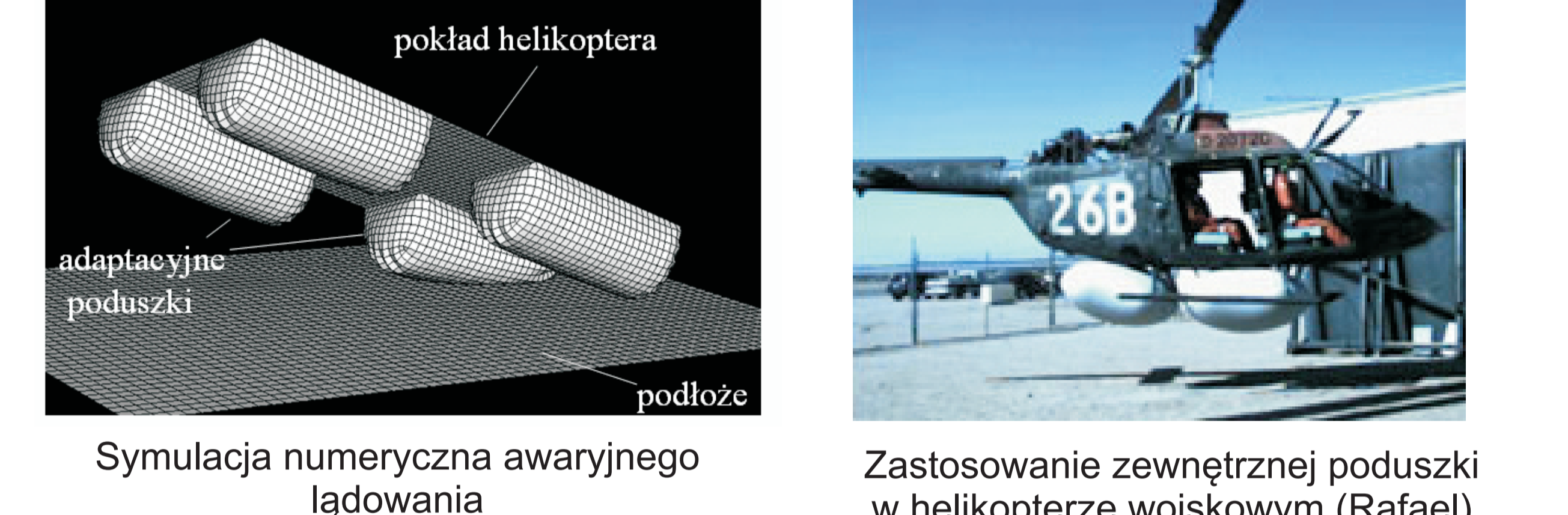
Zastosowanie HPV w lotnictwie: Zewnętrzna poduszka bezpieczeństwa do śmigłowca zwiększająca bezpieczeństwo pasażerów podczas awaryjnego lądowania



Schemat zaworu HPV

Zastrzeżenie patentowe Nr P-385086

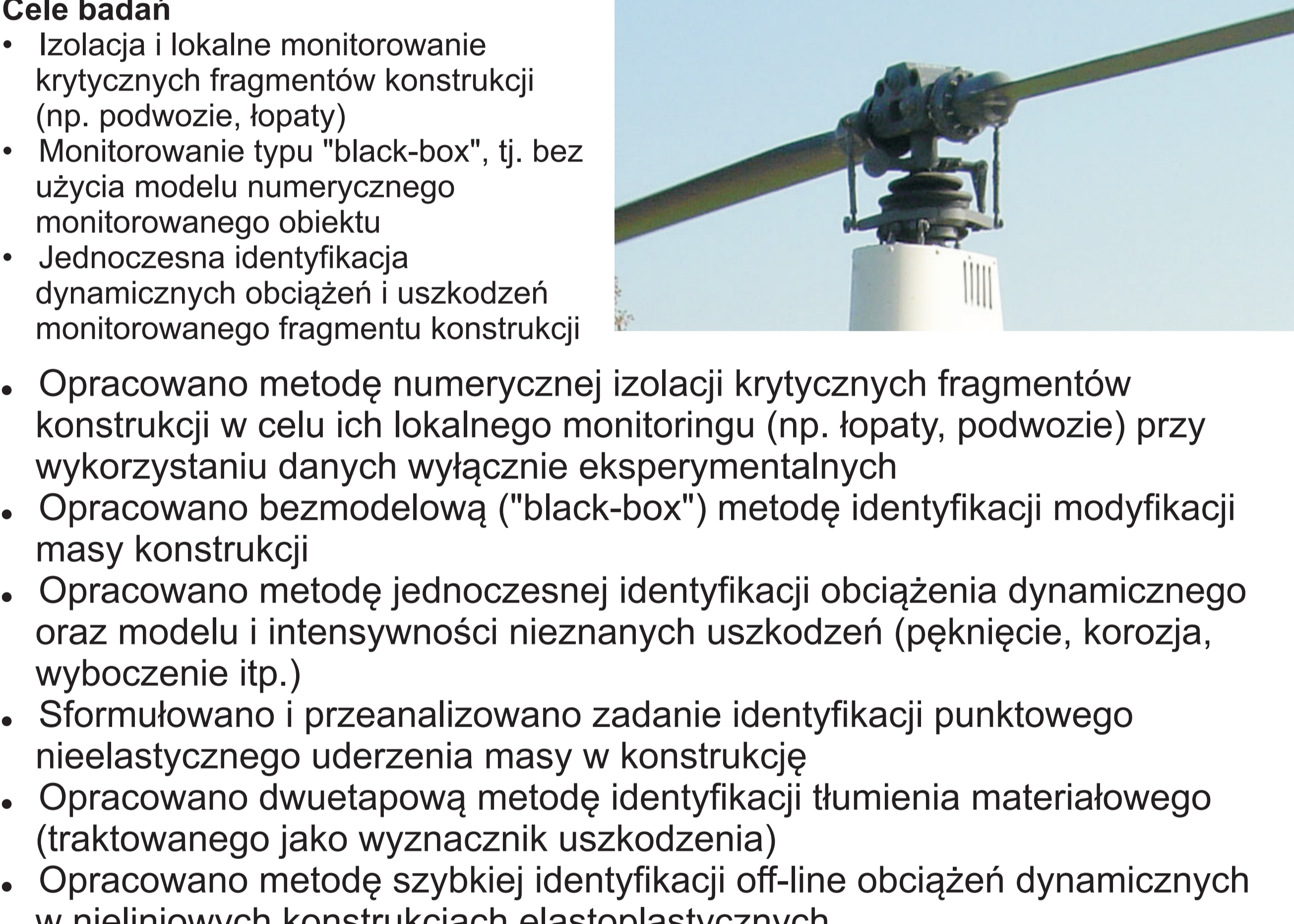
Symulacja numeryczna zamknięcia zaworu HPV



Symulacja numeryczna awaryjnego lądowania

Zastosowanie zewnętrznej poduszki w helikopterze wojskowym (Rafael)

Monitorowanie obciążeń dynamicznych – monitorowanie on-line procesu przyziemienia, odtwarzanie przebiegu procesu lądowania oraz post-identyfikacja kolizji



Cele badań:

- Izolacja i lokalne monitorowanie krytycznych fragmentów konstrukcji (np. podwozie, łopaty)
- Monitorowanie typu "black-box", tj. bez użycia modelu numerycznego monitorowanego obiektu
- Jednoczesna identyfikacja dynamicznych obciążeń i uszkodzeń monitorowanego fragmentu konstrukcji

Opracowano metodę numerycznej izolacji krytycznych fragmentów konstrukcji w celu ich lokalnego monitoringu (np. łopaty, podwozie) przy wykorzystaniu danych wyłącznie eksperymentalnych

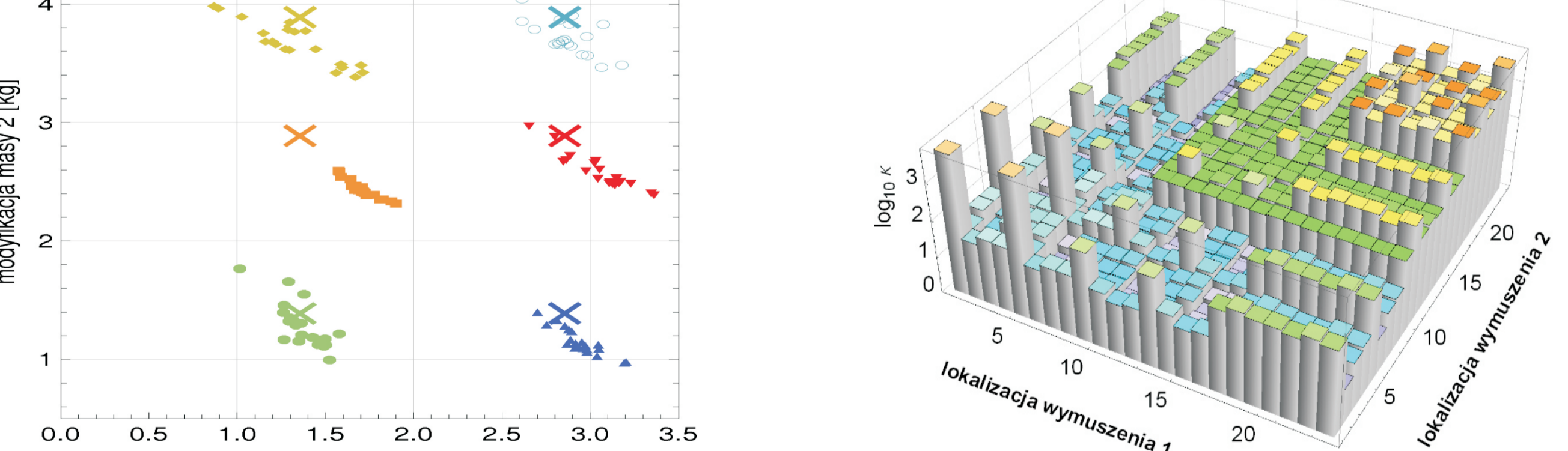
Opracowano bezmodelową ("black-box") metodę identyfikacji modyfikacji masy konstrukcji

Opracowano metodę jednoczesnej identyfikacji obciążenia dynamicznego oraz modelu i intensywności nieznanych uszkodzeń (pęknięcia, korozja, wyboczenie itp.)

Sformułowano i przeanalizowano zadanie identyfikacji punktowego nieelastycznego uderzenia masy w konstrukcję

Opracowano dwuetapową metodę identyfikacji tłumienia materiałowego (traktowanego jako wyznacznik uszkodzenia)

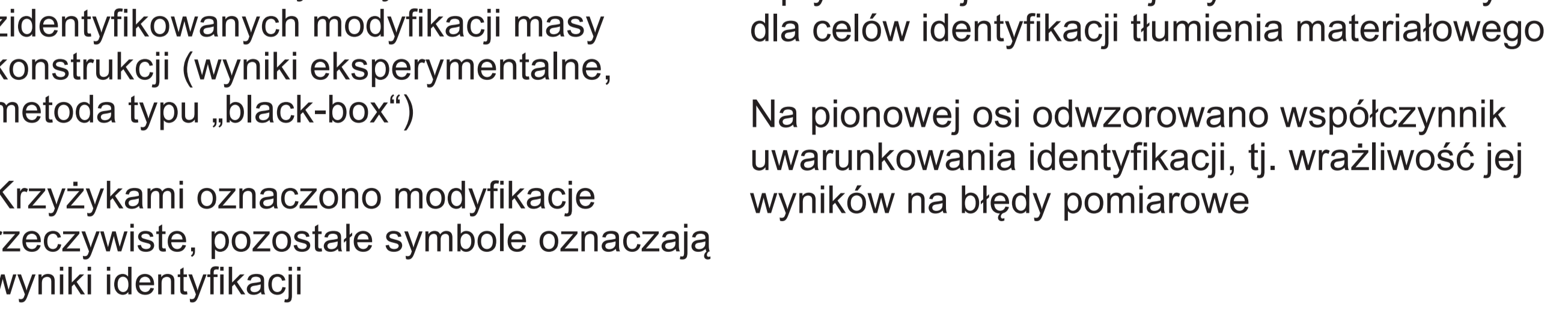
Opracowano metodę szybkiej identyfikacji off-line obciążeń dynamicznych w nieliniowych konstrukcjach elastoplastycznych



Porównanie rzeczywistych i bezmodelowych zidentyfikowanych modyfikacji masy konstrukcji (wyniki eksperymentalne, metoda typu „black-box“)

Optymalizacja lokalizacji wymuszeń testowych dla celów identyfikacji tłumienia materiałowego

Na pionowej osi odwzorowano współczynnik uwarunkowania identyfikacji, tj. wrażliwość jej wyników na błędy pomiarowe



Porównanie rzeczywistej i zidentyfikowanej modyfikacji tłumienia materiałowego konstrukcji kratowej (przy wykorzystaniu jednego, dwóch i trzech wymuszeń testowych)

Adaptacyjna wibroakustyka i semi-aktywne techniki wyciszania kabiny

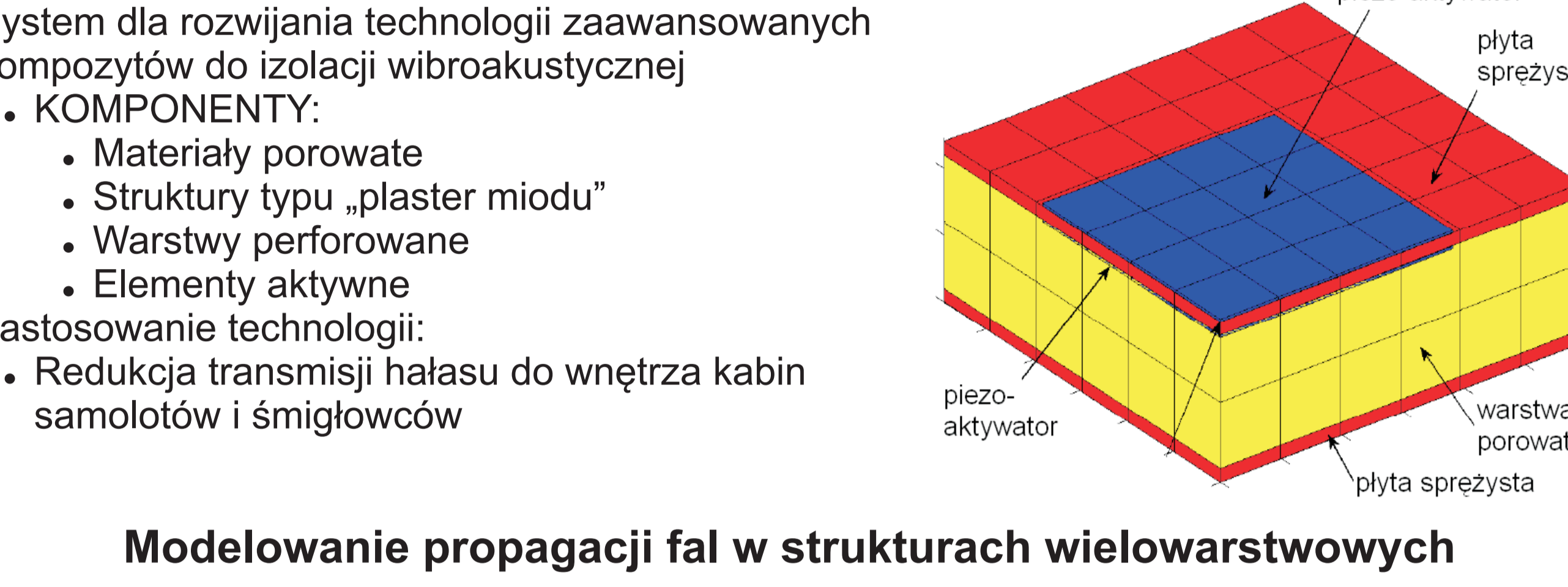
System dla rozwijania technologii zaawansowanych kompozytów do izolacji wibroakustycznej

KOMPONENTY:

- Materiały porowate
- Struktury typu „plaster miodu”
- Warstwy perforowane
- Elementy aktywne

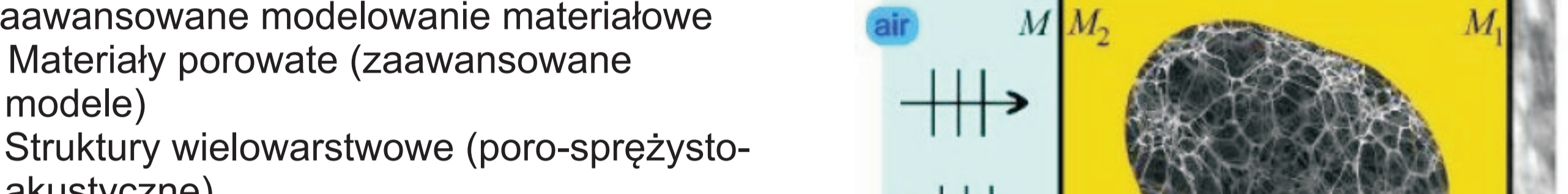
Zastosowanie technologii:

- Redukcja transmisji hałasu do wnętrza kabin samolotów i śmigłowców

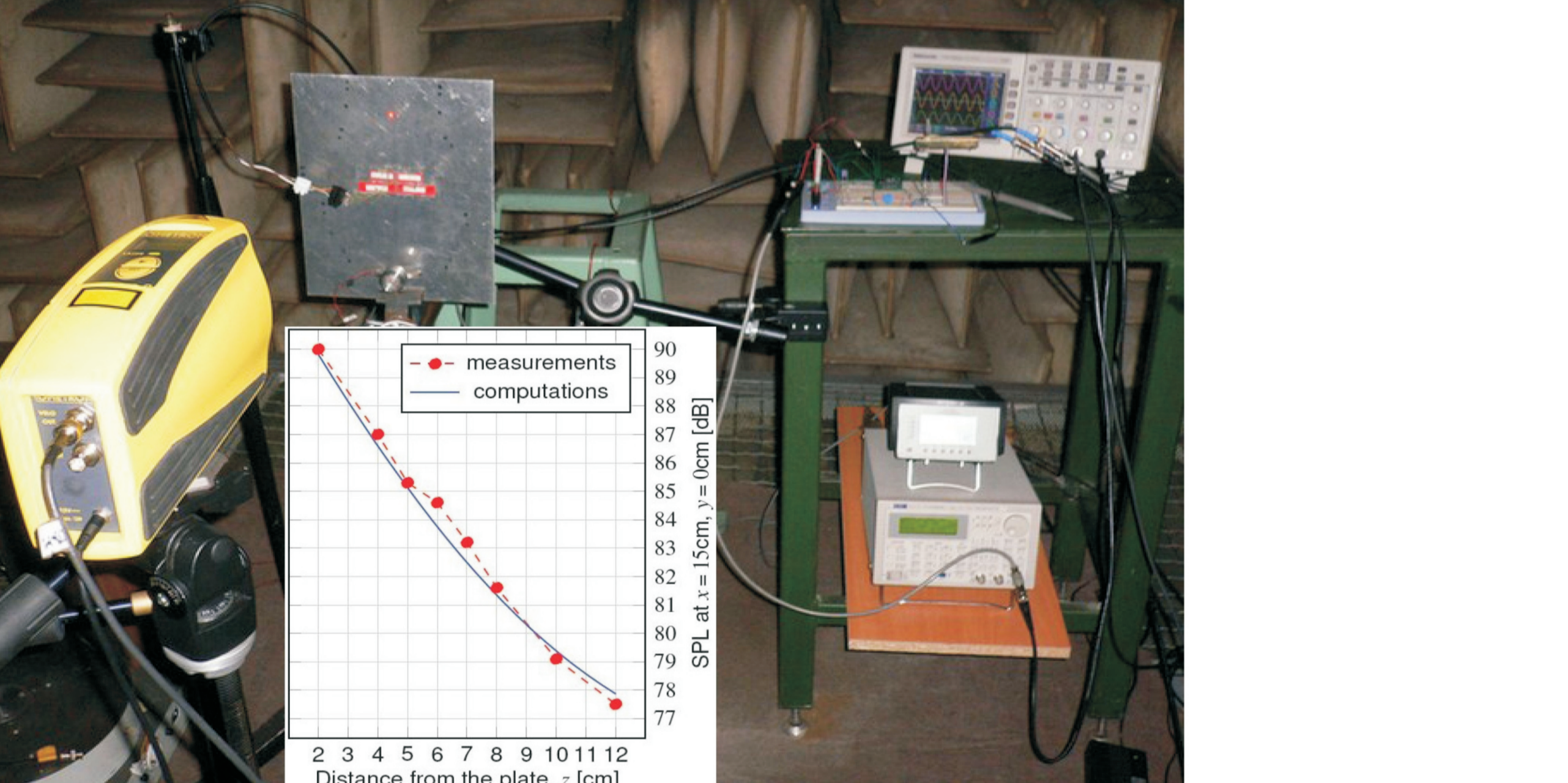


Zaawansowane modelowanie materiałowe

- Materiały porowate (zaawansowane modele)
- Struktury wielowarstwowe (poro-sprężysto-akustyczne)



Weryfikacja eksperymentalna aktywnej redukcji hałasu wibroakustycznego o niskiej częstotliwości




Wykres: $SPL_{\text{akt}} - SPL_{\text{pas}} - SPL_{\text{ref}}$ vs Distance from the plate, z [cm]

Fazy i cel eksperymentu:

- Symulacja hałasu o niskiej częstotliwości wywołanego wibracjami panelu sprężystego
- Aktywna redukcja wibroakustyczna hałasu
- Weryfikacja działania systemu aktywnego oraz wyników modelowania

Sposób i cele modelowania:

- Modelowanie w pełni „multi-fizyczne” (drgania sprężyste, fale akustyczne, piezoelektryczność, interakcja/sprężenia)
- Wyznaczenie poziomu hałasu
- Dobór i lokalizacja piezo-aktywatorów



75dB

Legendy: sygnał wymuszający, sygnał aktywny, drgania, hałas

Hałas niskiej częstotliwości i jego propagacja

Aktywna redukcja hałasu

Wskaźniki realizacji celów projektu

Konferencje

- A. Orłowska, P. Kolakowski, "On-line identification of delamination - simulation and experiment", IV ECCOMAS THEMATIC CONFERENCE SMART'09, 13-15 JULY 2009, PORTO, PORTUGAL
- G. Mikulowski, P. Pawłowski, C. Graczykowski, R. Wiszowaty, J. Holnicki-Szulc, "On a pneumatic adaptive landing gear system for a small aerial vehicle", Conference on Smart Materials and Structures, Porto, 2009
- J. Holnicki-Szulc, C. Graczykowski, G. Mikulowski, P. Pawłowski, "Adaptive Impact Absorption, the concept, innovative solutions, applications", Proceeding of International Conference on Smart Materials and Structures, Porto, 2009
- Grzegorz Suwała, Łukasz Jankowski, "Model-free identification of added mass", 8th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization, June 1-5, 2009, Lisbon, Portugal.
- Małgorzata Mróz, Łukasz Jankowski, Jan Holnicki-Szulc, "A VDM-based method for fast reanalysis and identification of structural damping", 8th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization, June 1-5, 2009, Lisbon, Portugal.
- Tomasz G. Zieliński, "Multiphysics Modeling and Demonstration Experiment of the Active Reduction of Structure-Borne Noise", The 2nd EU-China Workshop on Multiphysics Modeling, Simulation, Validation and Optimization, 30th March to 2nd April 2009, Harbin, China.
- Tomasz G. Zieliński, "Multiphysics Modeling of the Concept of Active Porous Composites with Enhanced Acoustic Absorption", The 3rd EU-China Workshop on Multiphysics Modeling, Simulation, Validation and Optimization, 21st to 23rd September 2009, Brussels, Belgium.

Publikacje

- M. Kokot, J. Holnicki-Szulc, "Defect identification in Electrical Circuit via the Virtual Distortion Method. Part 1: Steady-state Case", Journal of Intelligent Material Systems and Structures, vol.20, no.12, pp. 1465-1473
- Jilin Hou, Łukasz Jankowski, Jinping Ou, "A substructure isolation method for local structural health monitoring", Journal of Structural Control and Health Monitoring, in review.
- Jilin Hou, Łukasz Jankowski, Jinping Ou, "Isolation and local health monitoring of frame substructures using 7xed and free virtual supports", Computers and Structures, in review.
- Tomasz G. Zieliński, Michał Rak, "Acoustic Absorption of Foams Coated with MR Fluid under the Influence of Magnetic Field", Journal of Intelligent Material Systems and Structures, accepted for publication.