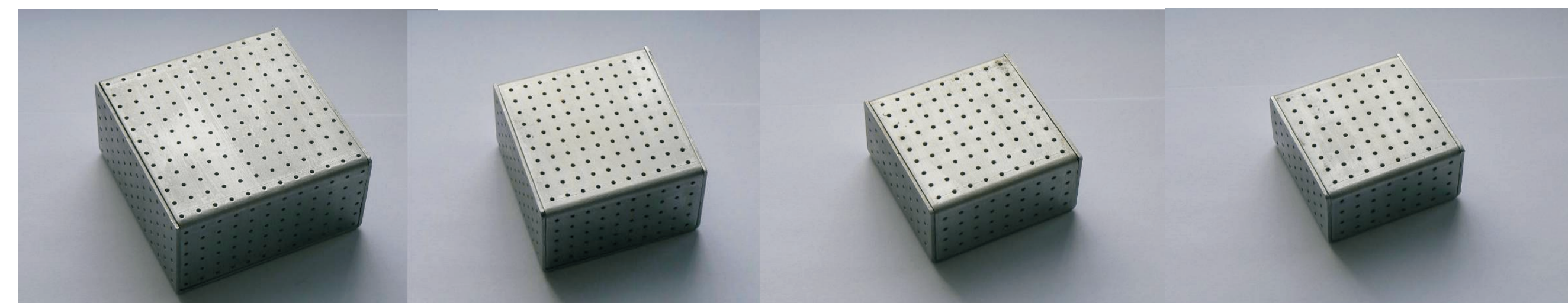


Materiały inteligentne - oraz bazujące na nich systemy zespolone (ang. smart embedded systems) do zastosowania w lotnictwie

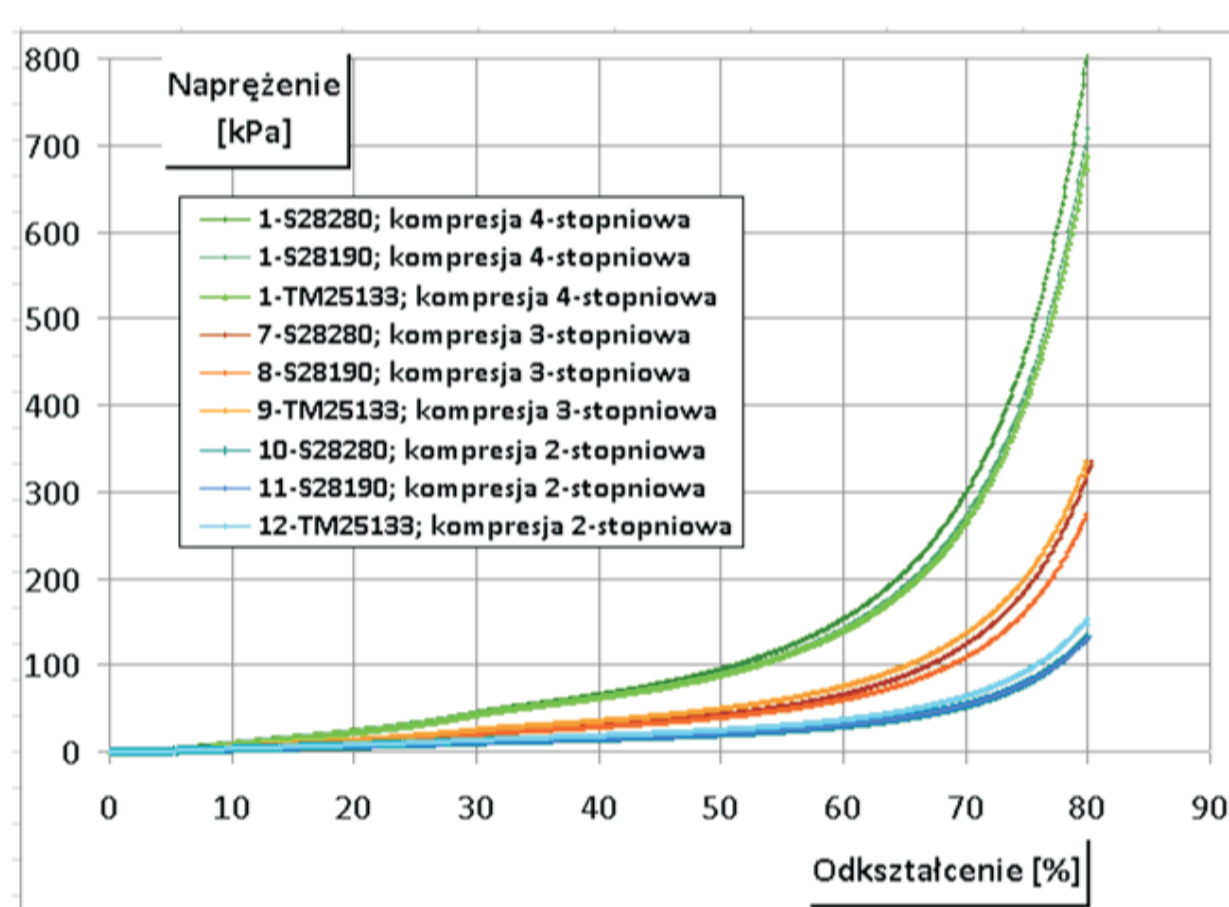
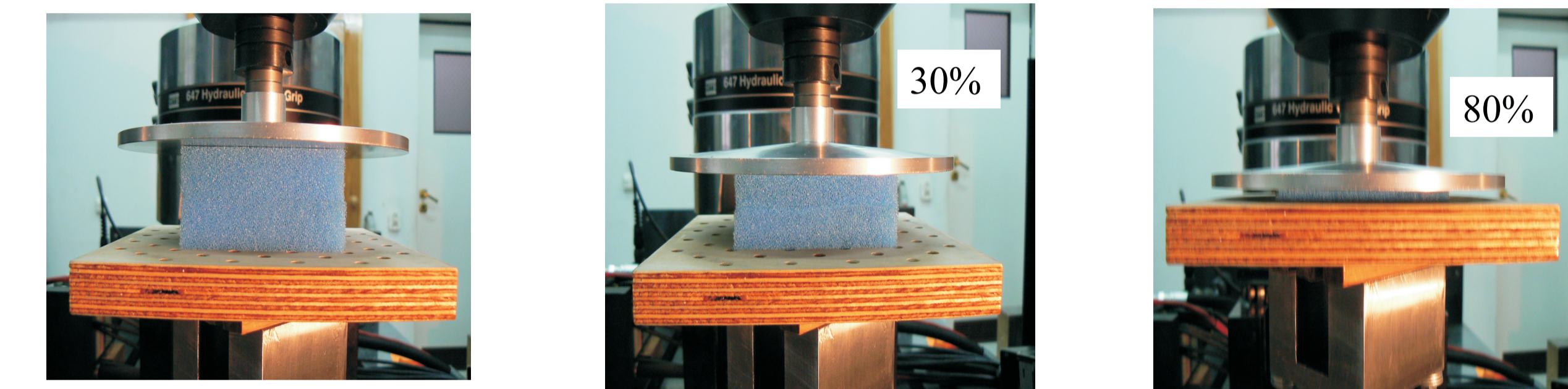
Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Instytut Lotnictwa w Warszawie, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań

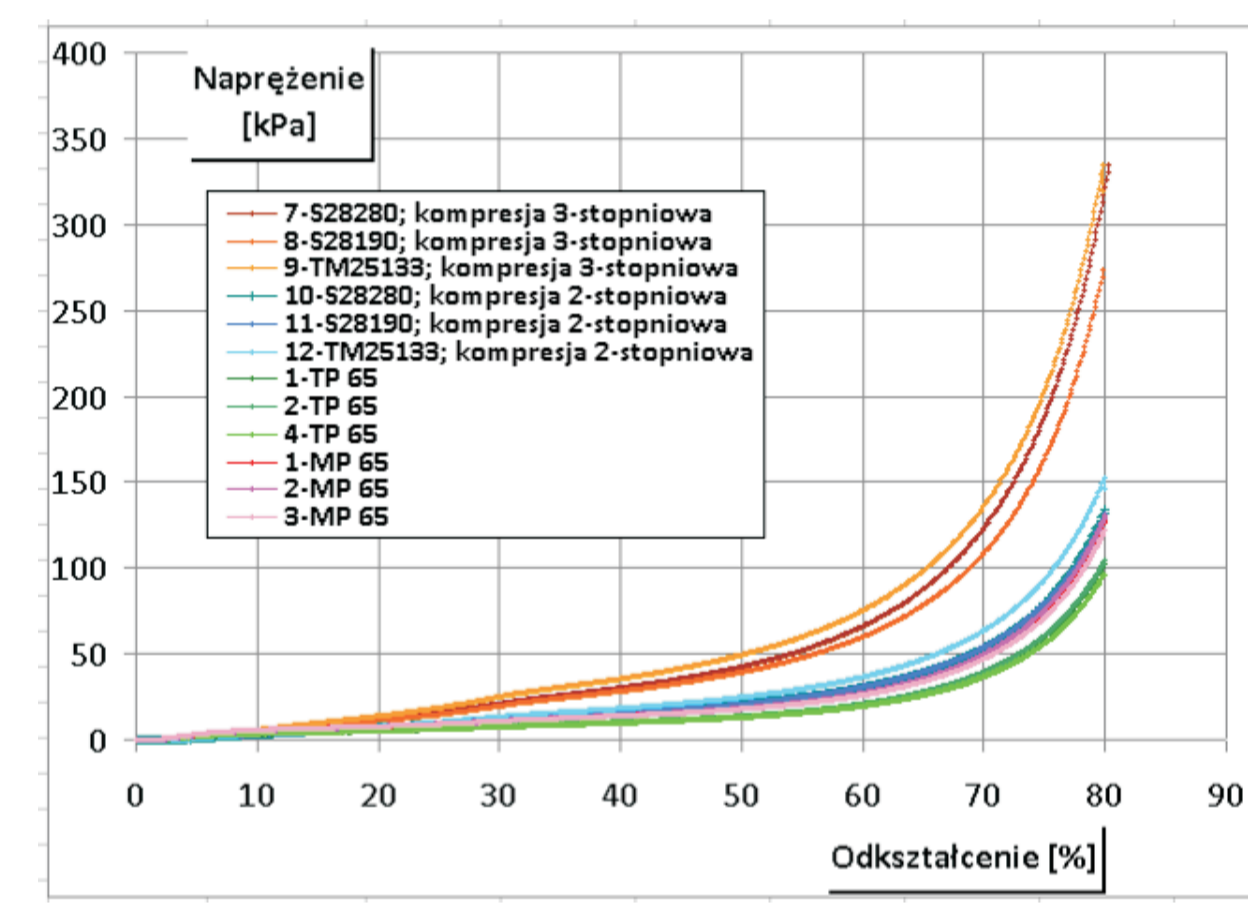
Wielostopniowa chemo-termo-kompresja trójstopniowa



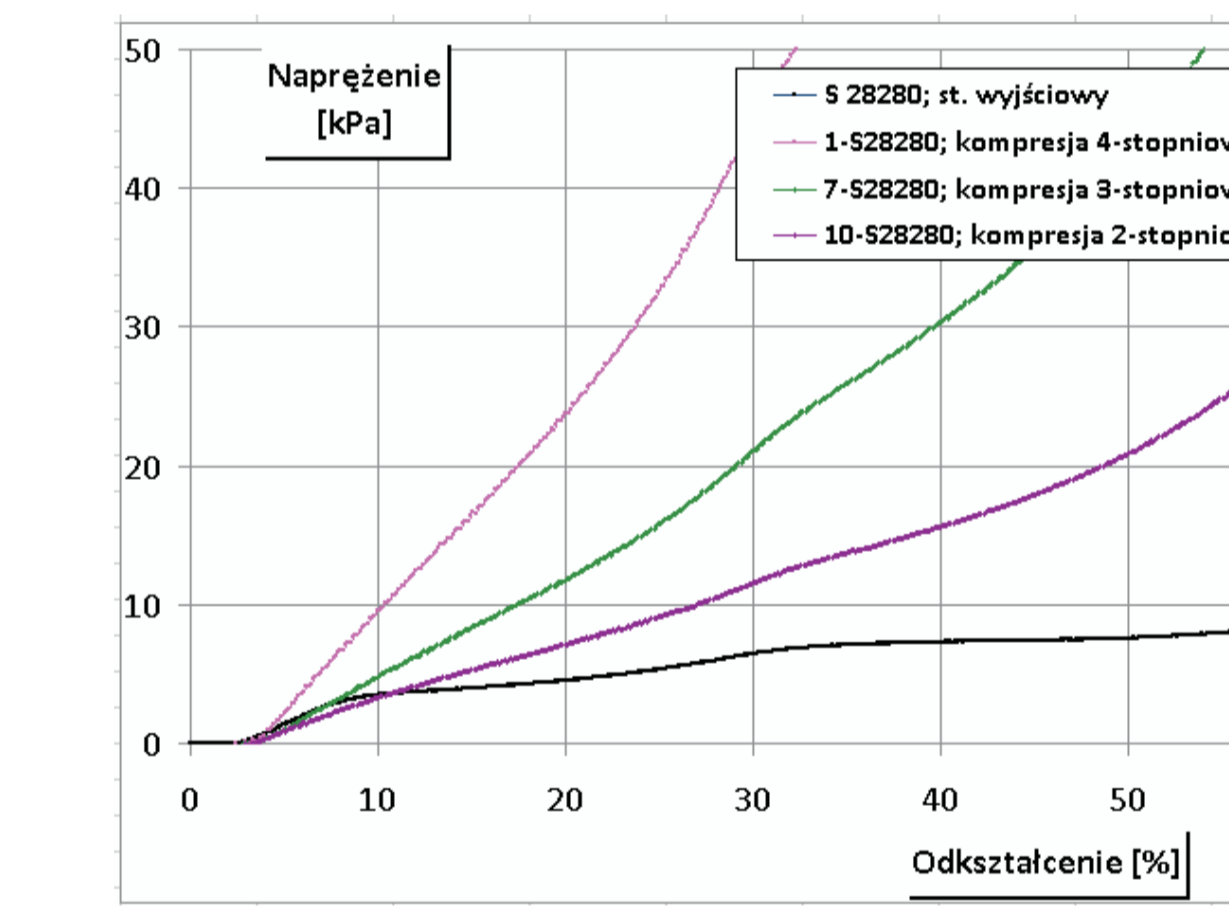
Właściwości wytrzymałościowe na ściskanie



Rys. 1. Wykres naprężenie-odkształcenie dla próbek pianki S 28280, S 28190 i TP 25133 po kompresji



Rys. 2. Wykres naprężenie-odkształcenie dla próbek pianki S 28280, S 28190 i TP 25133 (69+82 kg/m³) po 3 stopniu kompresji, S 28280, S 28190 i TP 25133 (48+59 kg/m³) po 2 stopniu kompresji oraz pianek TP 65 (68 kg/m³) i MP 65 (66 kg/m³)



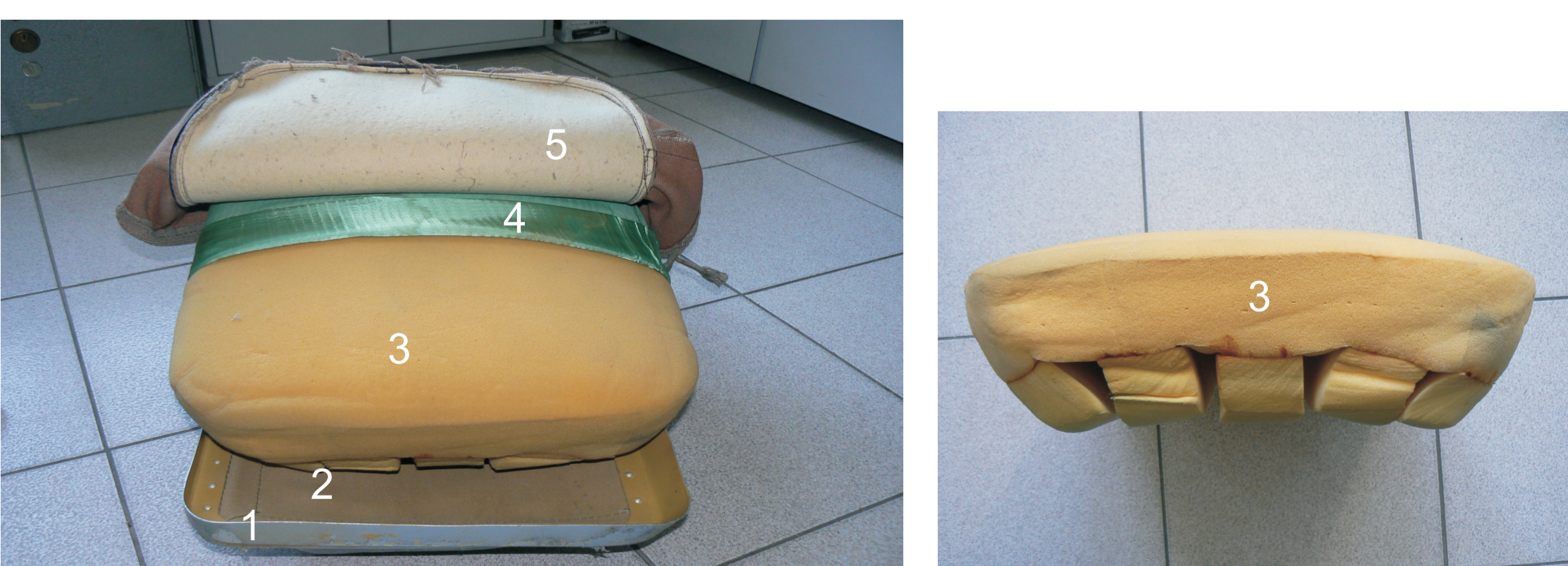
Rys. 3. Wykres naprężenie-odkształcenie dla próbki pianki S 28280 w stanie wyjściowym i auksetycznym oraz pianek TP 65, MP 65, N 90HD, Eurocell 130 w zakresie odkształcenia do 60%.

Wnioski

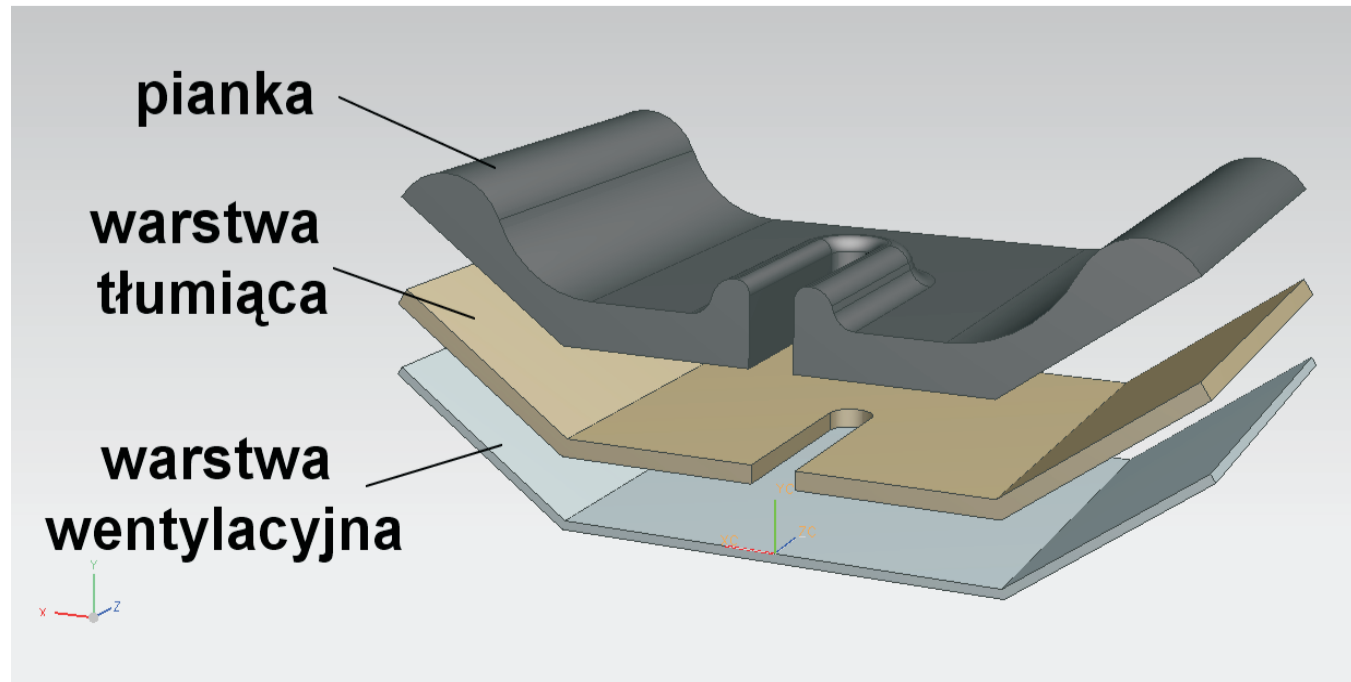
- Pianki auksetyczne charakteryzują się wyższymi właściwościami wytrzymałościowymi po każdym zastosowanym stopniu kompresji od pianek o podobnej gęstości, szczególnie od pianek TP 65 i MP 65 stosowanych na siedzenia w transporcie publicznym i lotniczym
- Pianki auksetyczne, niezależnie od stopnia kompresji, nie wykazują „plateau”, charakterystycznego dla pianek tradycyjnych.

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Siedzisko fotela załogi śmigłowca Mi-8



- Metalowa rama; 2- Wkład brezentowy
- Warstwa pianki poliuretanowej z uźebrowaniem
- Materiał zabezpieczający piankę; 5- Pokrowiec z warstwa filcu



Zastosowanie pianki auksetycznej w fotelu pilota

Warstwa tłumiąca = pianka auksetyczna

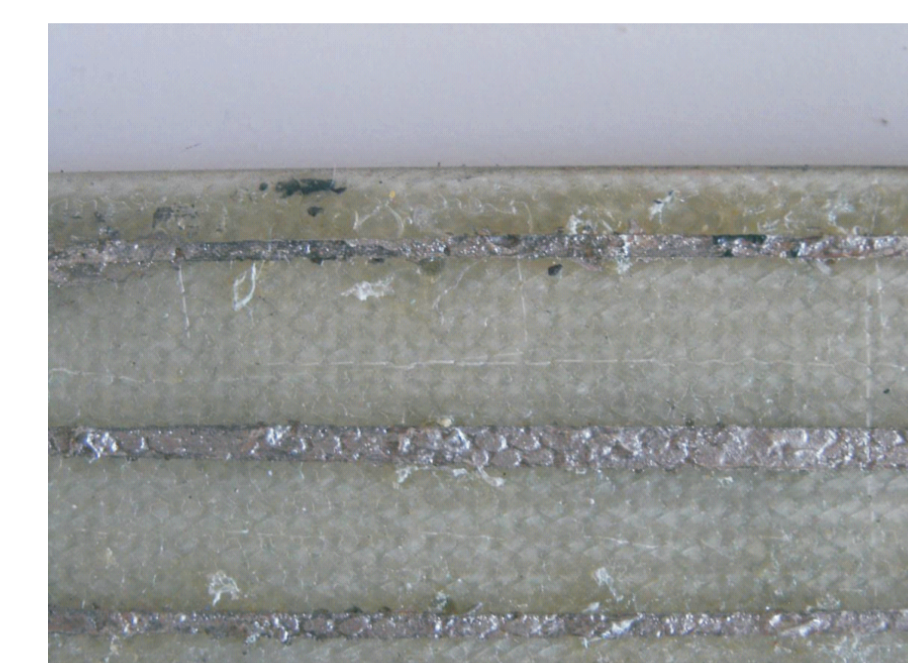
Wyniki badań

Opanowanie technologii wytwarzania oraz badania niszczące próbek kompozytowych wraz z zatopioną siecią typu ELGRID

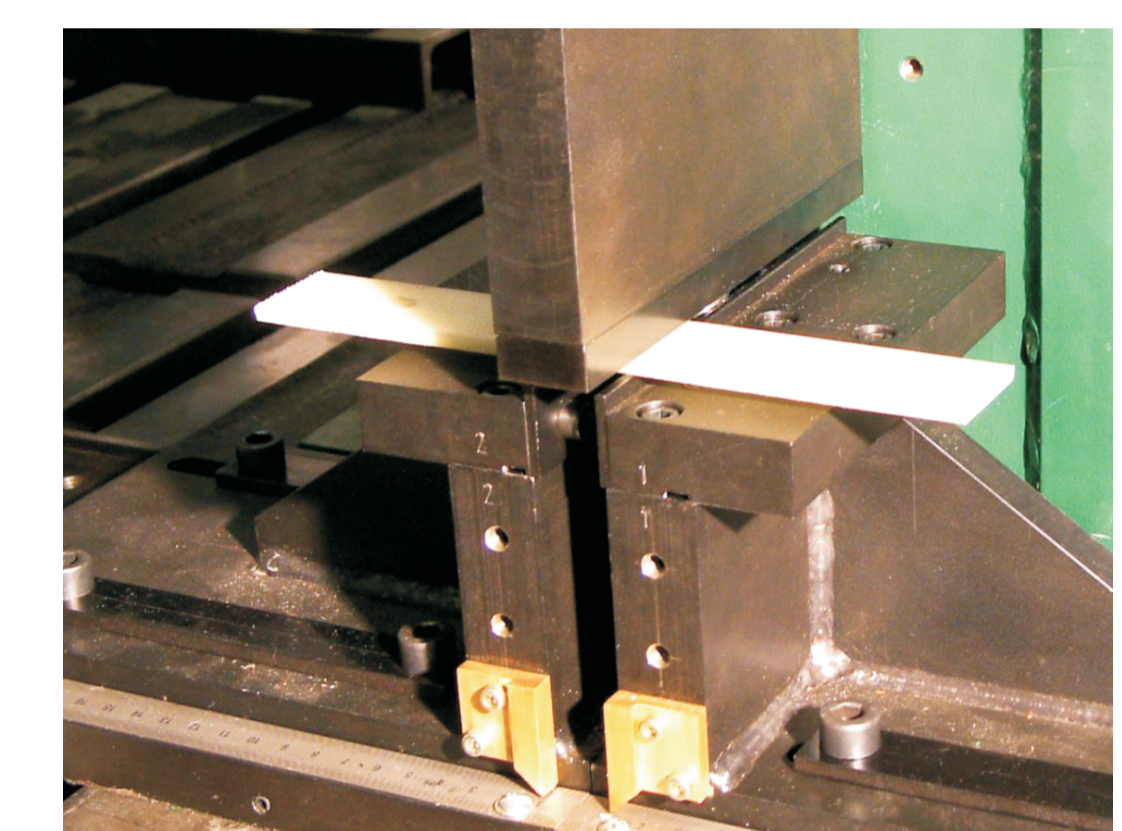
Przykłady próbek kompozytowych z sieciami ELGRID



Rys. 4. Próbkę kompozytu z zatopionym układem drutów przewodzących.



Rys. 5. Wycinek belki kompozytowej z naniesionym układem ścieżek przewodzących



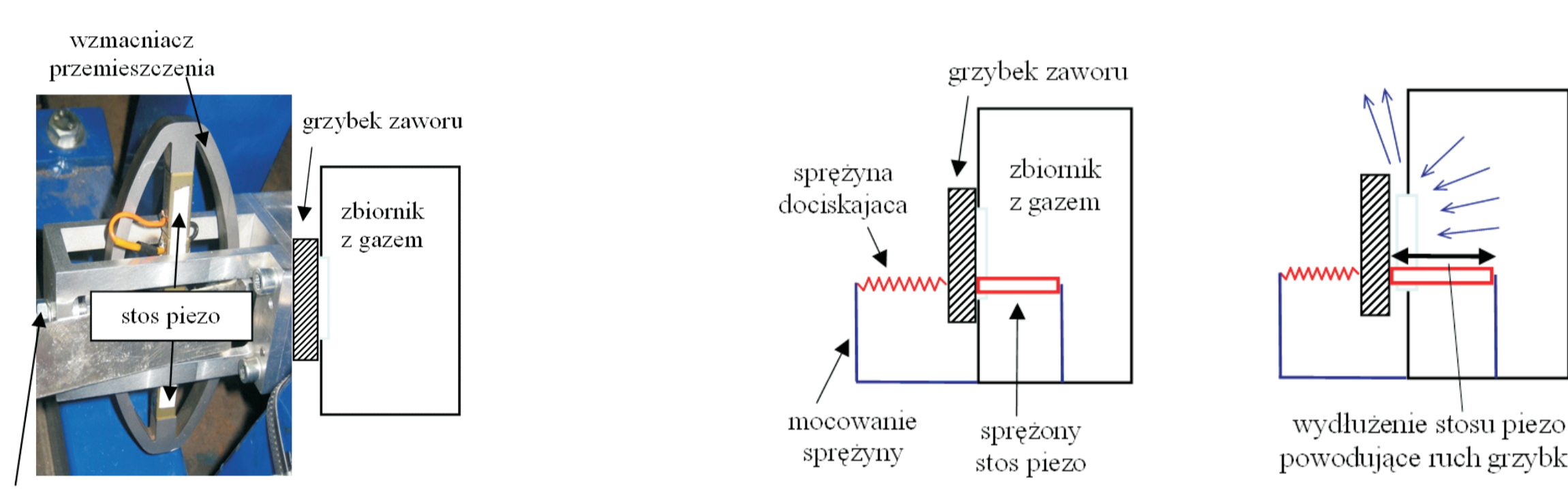
Rys. 6. Stawisko do badania belek kompozytowych

Zbudowano stanowisko do badań niszczących belek z inteligentnych kompozytów, wyposażone w siłownik hydrauliczny, z możliwością trój- i cztero-punktowego zginania pod obciążeniem stałym, cyklicznie zmiennym lub uderowym, umożliwiające generowanie pęknięć poprzecznych oraz uszkodzeń zmęczeniowych.

Wyniki badań

Opracowanie narzędzi numerycznych do modelowania zaworu do HPA

W ramach zadania modelowany był zawór wykorzystujący stos piezo-elektryczny



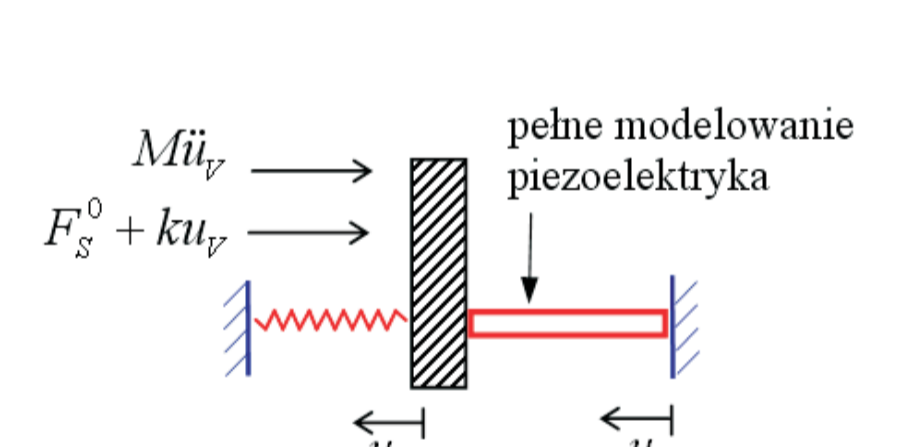
Rys. 6. Modelowany zawór

Rys. 7. Uproszczony schemat i zasada działania

Zaproponowano trzy metody modelowania zaworu:

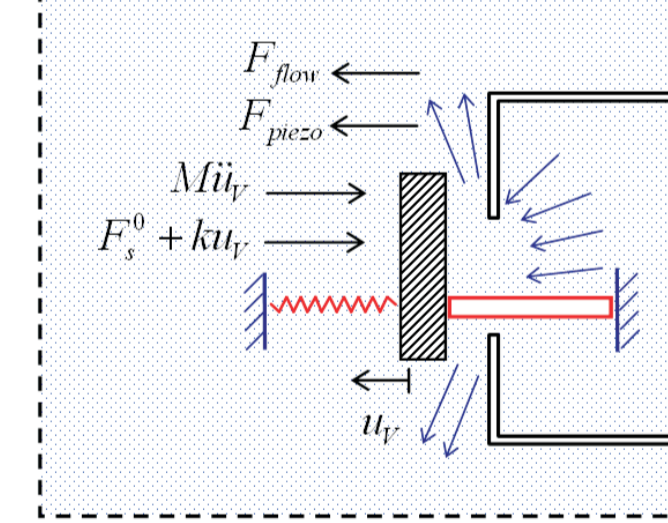
1. Metoda dekompozycji:

A. Część piezoelektryczna - modelowanie ruchu grzybka spowodowanego przez deformację stosu piezoelektrycznego



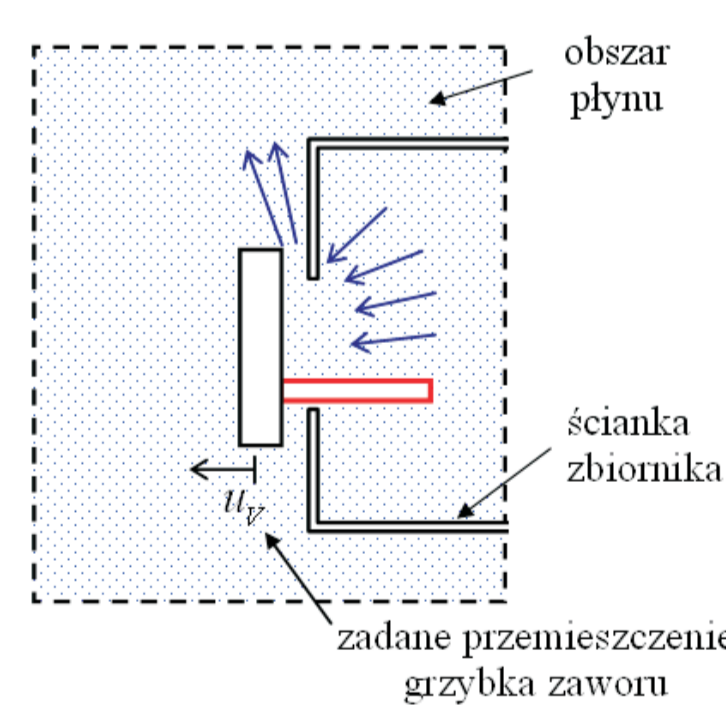
2. Metoda semi-analityczna:

Analityczny opis sił generowanych przez stos przy danym wymuszeniu elektrycznym wbudowany w zadanie CFD

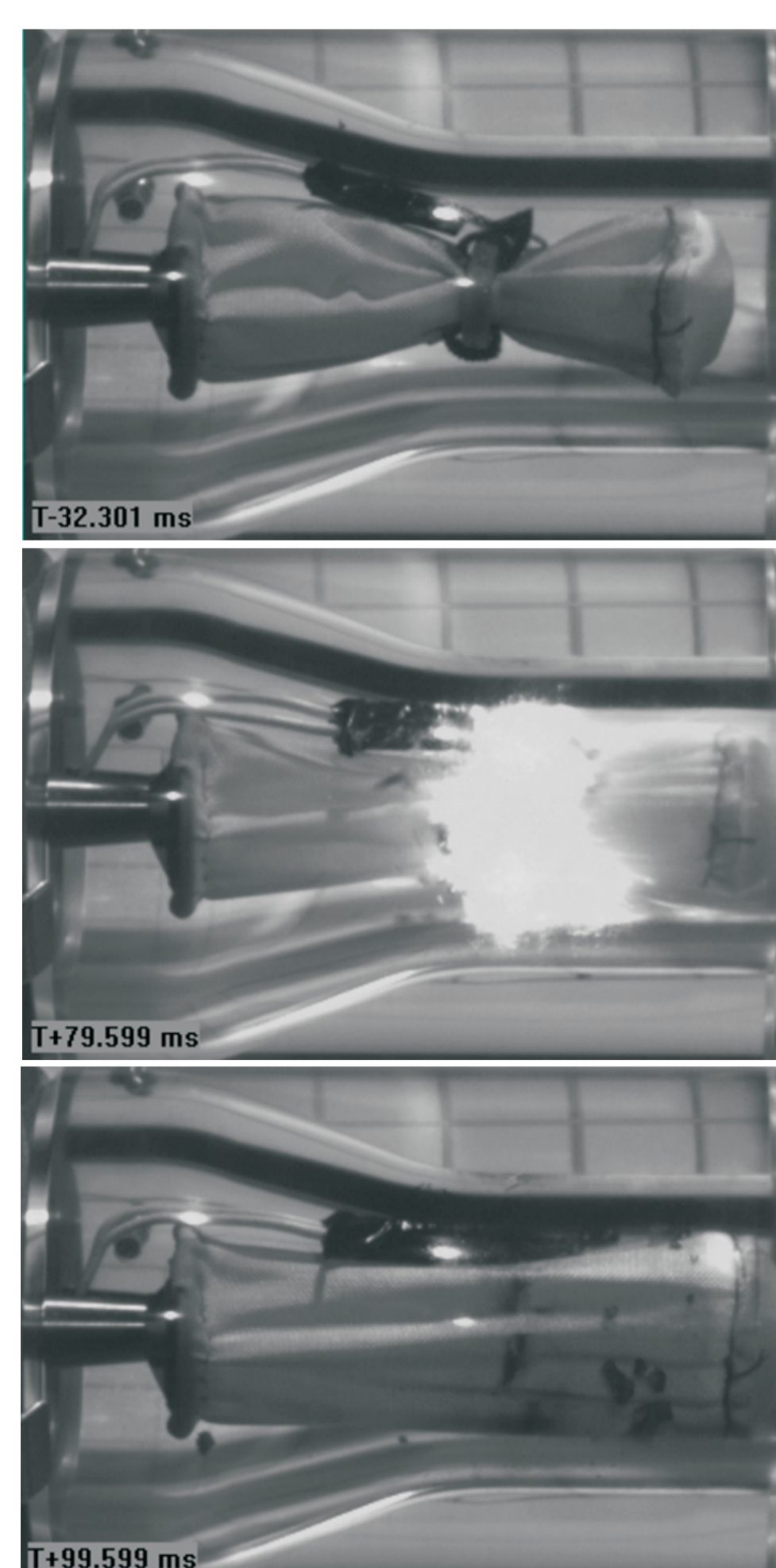


3. Metoda w pełni sprzężona

Sprężenie zadania piezoelektrycznego i zadania mechaniki płynów realizowane poprzez przekazywanie sił przez grzybek



Wyniki badań



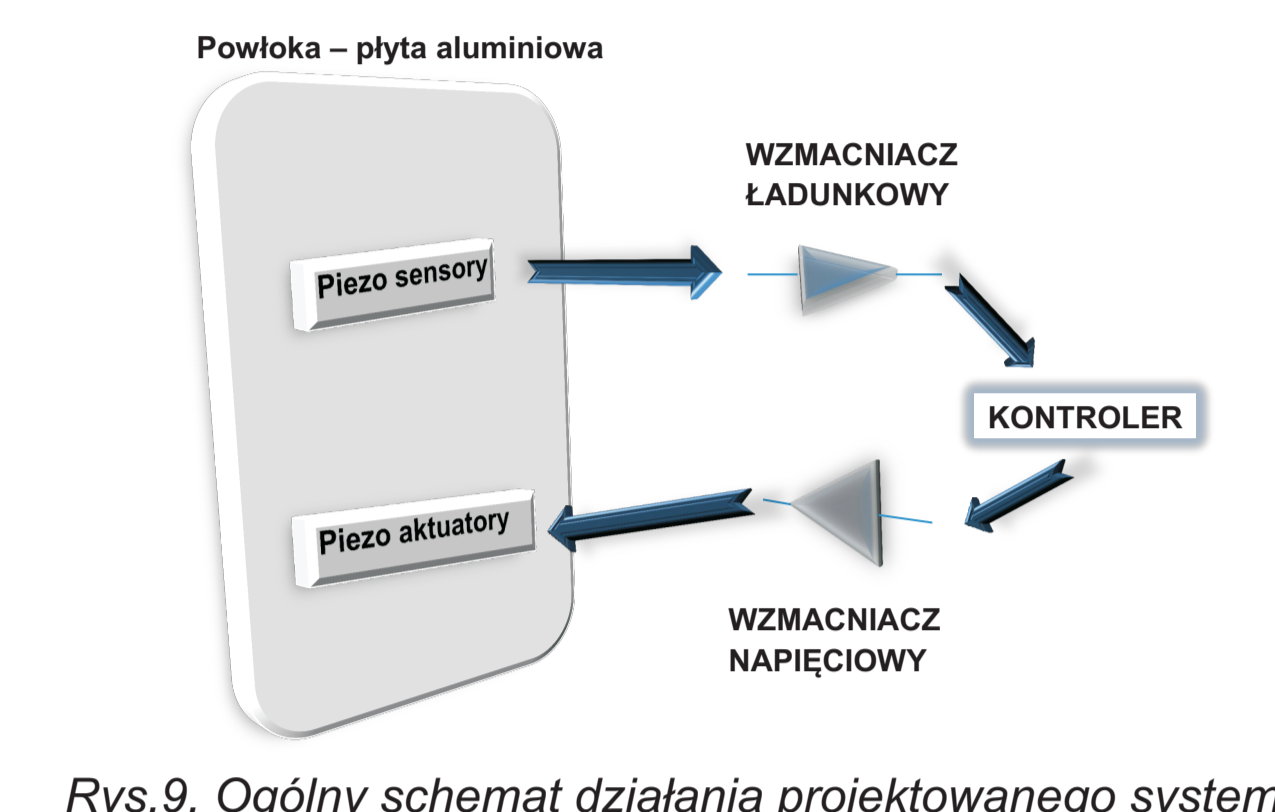
Na stanowisku do badań zbiornikowych przetestowano zostało działanie domykające powłoki wewnętrznej zaworu HPV. Sekwencję zamknięcia przepływu rejestrowano kamerą o wysokiej rozdzielczości w dziedzinie czasu z prędkością 10000 klatek na sekundę. Widoczne jest zniszczenie pierścienia sterującego inicjowane mikrowybuchem oraz przyłgnięcie powłoki wewnętrznej do ścianki komory badawczej. Uzyskane czasy domknięcia pierwszej, przedprototypowej powłoki wynoszą ok. 2.5-3 ms, co pokrywa się z wynikami symulacyjnymi.

Rys. 8 Fazy otwarcia powłoki domykającej zaworu HPV uzyskane na stanowisku laboratoryjnym. Widoczna jest sekwencja zniszczenia pierścienia zainicjowana mikroeksplozją oraz następujące uszkodzenie powłoki.

Wyniki badań

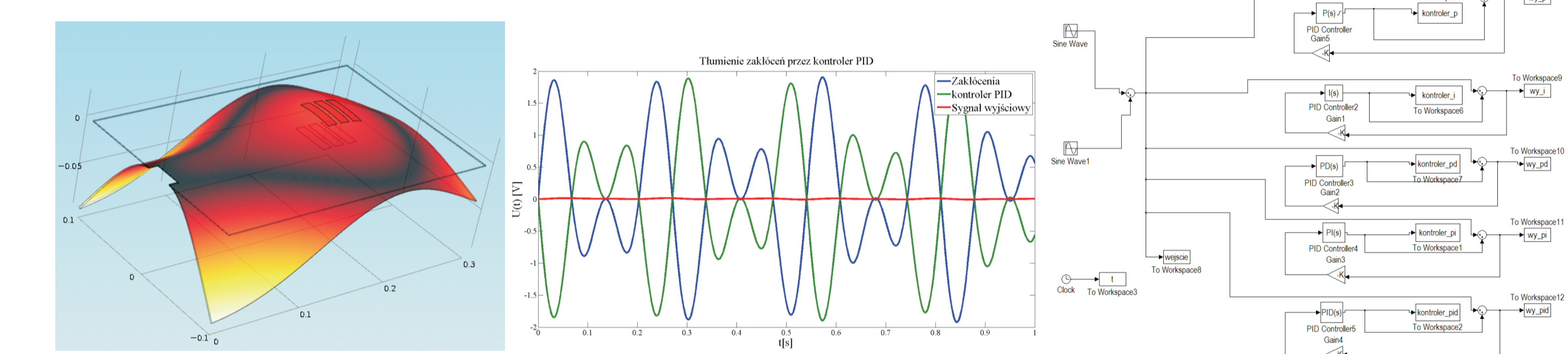
Opracowanie koncepcji systemu kontroli dla aktywnej redukcji wibroakustycznej

Projektowany system kontroli zakłada zastosowanie aktywnego układu sterowania pracującego w pętli sprzężenia zwrotnego. Energia dostarczana będzie do struktury za pomocą doklepanych do niej bezpośrednio elementów piezoelektrycznych (piezoakuatorów), natomiast informacja zwrotna pozyskiwana będzie za pomocą analogicznych elementów pracujących jako sensory. Przyjęta koncepcja zweryfikowana została za pomocą szeregu badań numerycznych.



Rys. 9. Ogólny schemat działania projektowanego systemu kontroli dla aktywnej redukcji wibroakustycznej

Uwzględniając specyfikę badanej struktury, której drgania podlegają tłumieniu wstępnie wytypowano algorytm sterowania stanowiący punkt wyjścia dla dalszych badań obliczeniowych oraz doświadczalnych. Przeprowadzono symulacje numeryczne mające na celu zweryfikowanie przydatności kontrolerów PID dla rozpatrywanego problemu.



Rys. 10. Symulacje numeryczne drgań badanego układu

Rys. 11. Przykładowy wynik działania kontrolera PID w układzie testowym

Rys. 12. Schemat układu testowego do badania parametrów sterowników

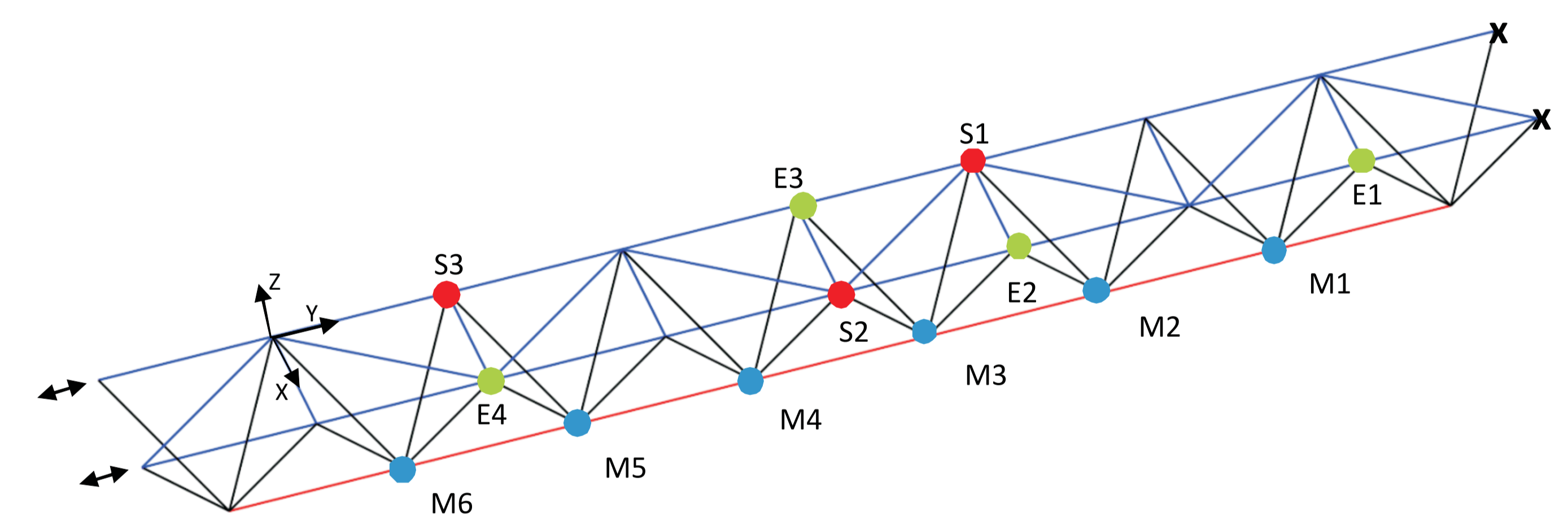
Na podstawie otrzymanych wyników przyjęto, iż sygnał podlegający tłumieniu aktywnemu ma charakter modalny i mieści się w zakresie częstotliwości od kilkudziesięciu do kilkuset herców. Symulacje numeryczne wykazały, że sterowniki PID przy odpowiednim doborze parametrów powinny umożliwiać wyraźne tłumienie zakłóceń o takim charakterze.

Wyniki badań

Test benchmarkowy

Opracowano laboratoryjny test benchmarkowy dla standaryzowanego porównywania metod identyfikacji:

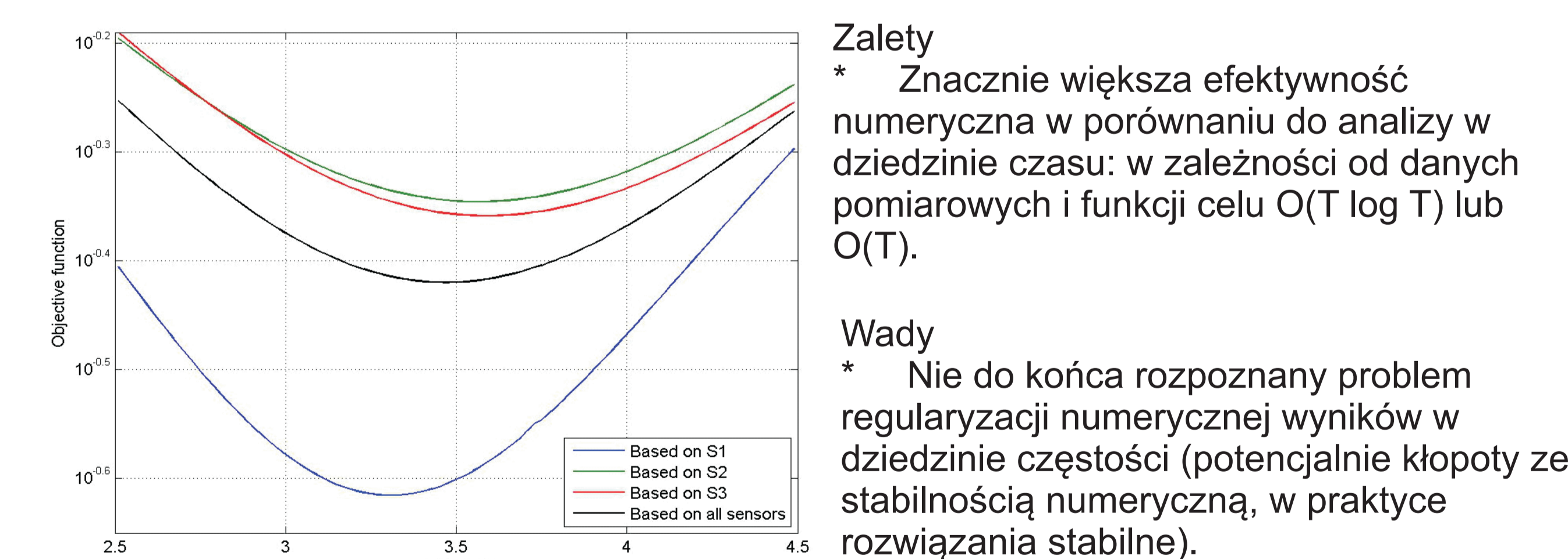
- modyfikacji mas węzłowych konstrukcji (od jednej do sześciu),
- modyfikacji masy i sztywności elementu konstrukcji oraz
- parametrów pojedynczego nieelastycznego uderzenia (masa i prędkość).



Rys. 13. Konstrukcja benchmarkowa. M1 - M6: węzły z modyfikacją masy (stałą lub wymuszającą w uderzeniu nieelastycznym). S1 - S3: węzły z akcelerometrami (kierunek z). E1 - E4: lokalizacje wymuszeń testowych (kierunek z, młotek modalny). Uszkodzony (nacięty w celu zmniejszenia sztywności) został element pomiędzy węzłami M3 i M4

Bezmodelowa identyfikacja uszkodzeń konstrukcji

Opracowywano problem bezmodelowej identyfikacji uszkodzenia elementów konstrukcji (zdefiniowanego jako modyfikacja sztywności) w dziedzinie częstotliwości.



Rys. 14. Zadanie identyfikacji pojedynczej masy (3.61 kg) w węźle M3 za pomocą pojedynczego wymuszenia testowego w węźle E3. Funkcje celu obliczone dla czujników umieszczonych w S1, S2, S3 lub S1+S2+S3

Wskaźniki realizacji celów projektu

Referaty

- J. Holnicki-Szulc, Ł. Jankowski, **Smart technologies for structural safety**, Proc. of the 19th Int. Conf. on Computer Methods in Mechanics (CMM 2011), 9-12 May 2011, Warsaw, Poland.
- C. Graczykowski, G. Mikułowski, J. Holnicki-Szulc, **Adaptive impact absorption - a benchmark and an example absorber**, Proceedings of the V Ecomas thematic conference on Smart structures and materials, 6-8 July, Saarbruken.

Publikacje

- J. Hou, Ł. Jankowski, J. Ou, **Experimental study of the substructure isolation method for local health monitoring**, Journal of Structural Control & Health Monitoring, in press, doi: 10.1002/stc.443
- J. Hou, Ł. Jankowski, J. Ou, **A substructure isolation method for local structural health monitoring**, Journal of Structural Control & Health Monitoring, in press, 10.1002/stc.389