

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Materiały inteligentne oraz bazujące na nich systemy zespolone do zastosowania w lotnictwie

Smart Materials & smart embedded systems in aerospace applications

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

Results

Analiza teoretyczna pneumatycznego absorbera adaptacyjnego (PAA)

Theoretical analysys of pneumatic adaptive absorber (PAA)



Przedmiotem badań są przemiany termodynamiczne zachodzące wewnątrz absorbera energii zderzenia PAA (Rys. 1) oraz związane z nimi zachowanie się absorbera poddawanego wymuszeniom o danych przebiegach położenia tłoka od czasu. Badania miały na celu weryfikację stosowalności dwóch różnych założeń przy modelowaniu procesów, jakim podlega gaz znajdujący się w absorberze.

Pierwsze z założeń oznaczało przyjęcie stałego wykładnika politropy, równego 1.1. Założenie takie równoważne jest niejawnemu narzuceniu przebiegu wielkości strumienia energii na drodze przejmowania ciepła między gazem a będącymi w styczności z nim elementami absorbera. W tym przypadku nie są brane pod uwagę czynniki decydujące o rzeczywistej wielkości strumienia energii, jak np. różnica temperatur gazu i elementów absorbera.

W drugim, alternatywnie przyjętym założeniu, strumień energii między gazem a elementami absorbera zależy od różnicy między temperaturą gazu (jednakową w każdym punkcie) a temperaturą tych elementów, przyjętą jako stałą. Tutaj z kolei wykładnik politropy nie występuje jawnie w modelu i podlega stałym zmianom – zależnie od wielkości strumienia energii między gazem a elementami absorbera.

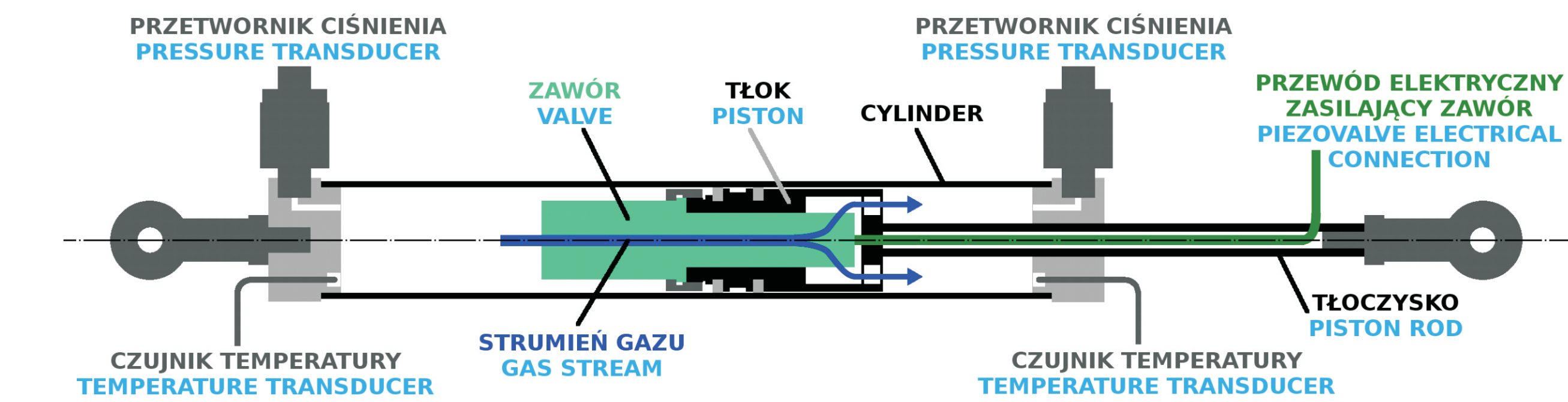
W badanych przypadkach siła reakcji absorbera ustalana była na stałym poziomie poprzez odpowiednie sterowanie otwarciem zaworu.

The subject of the investigation was the thermodynamic processes inside PAA (Fig. 1) and the PAA behaviour that depends on these pocesses, during cyclic kinematic excitation of the absorber. The chosen research goal was a verification of applicability of two alternative model assumptions to numerical computations of the gas state inside the cylinder.

The first taken assumption was setting polytropic index to comstant value equal to 1.1. Such an assumption is, in fact, fixing time-dependency of the heat flux between the gas stored in the absorber and absorber elements. In this case are not taken into account factors that influence this flux intensity, like for instance gas temperature and absorber temperature.

On the contrary, in the second assumption the heat flux is computed on the base of difference of gas temperature (everywhere the same) and considered to be constant absorber temperature. Here the polytropic index is not present explicitly – it varies according to the heat transfer between the gas and its surrounding.

In the investigated cases the reaction force of the absorber was limited by the proper valve opening.



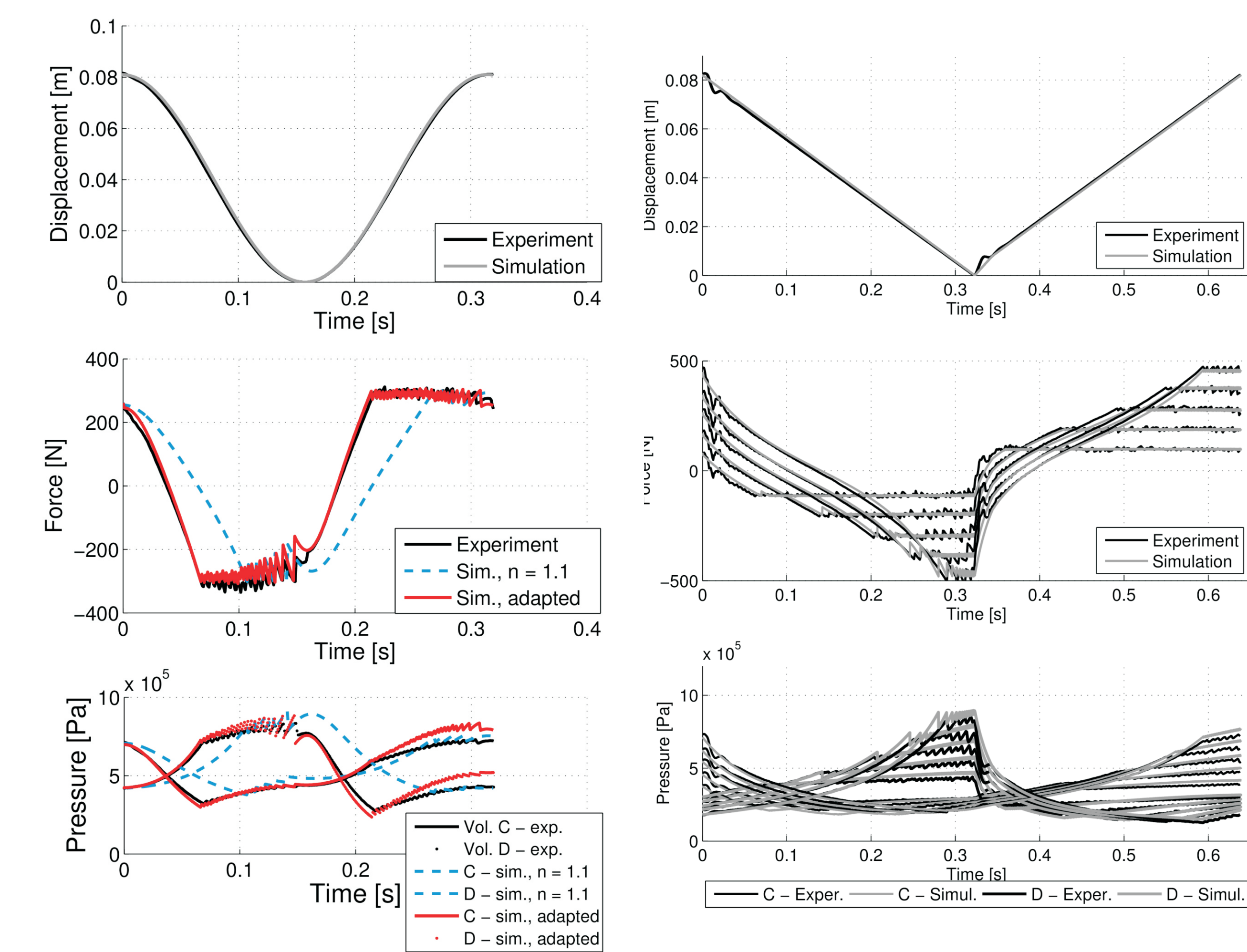
Rys.1. Przekrój absorbera energii uderzenia wyposażonego w zawór piezoelektryczny
Fig.1. Cross-section of the impact energy absorber equipped with the piezoelectric valve

Wnioski

Conclusions

Obliczenia wykonane w oparciu o model układu uzależniający wymianę energii między gazem a otaczającymi go elementami absorbera od różnicy temperatur między gazem i tymi elementami, prowadzą do wyników bardziej zbliżonych do wyników badań laboratoryjnych, niż obliczenia wykonane przy założeniu stałego wykładnika politropy, równego 1.1. (Rys. 2)

Computations carried on with the use of the model in which energy exchange between absorber elements and gas stored inside the absorber depends on the gas temperature and constan absorber temperature, led to the results closer to experimental results than these obtained by assumption of constant polytropic index 1.1. (Fig. 2)



Rys.2. Położenia tłoka, siły reakcji i ciśnienia wewnątrz absorbera dla dwóch rodzajów założeń modelowych oraz w eksperymencie
Fig.2. Piston positions, reaction forces and pressures inside the absorber obtained numerically by two different assumptions together with experimental results

Rys.3. Położenia tłoka, siły reakcji i ciśnienia wewnątrz absorbera dla ograniczeń na siły reakcji różnych kolejno 100, 200, 300, 400, 500 N
Fig.3. Piston positions, reaction forces and pressures inside the absorber by a few limitation force control levels: 100, 200, 300, 400, 500 N

Wyniki badań

Results

Badania redukcji hałasu przez warstwy różnych materiałów: polimerów, pianek ceramicznych, kompozytów warstwowych

Testing the noise reduction of layers of various materials: polymers, ceramic foams, layered composites



Rys.4. Próbkí materiałowe: (1) kompozyt warstwowy, (2) silikon, (3) pianka ceramiczna Al2O3, (4) elastomer, (5) pianka ceramiczna Al2O3, (6) kompozyt warstwowy
Fig.4. Material samples: (1) layered composite, (2) silicon, (3) ceramic foam Al2O3, (4) elastomer, (5) ceramic foam Al2O3, (6) layered composite

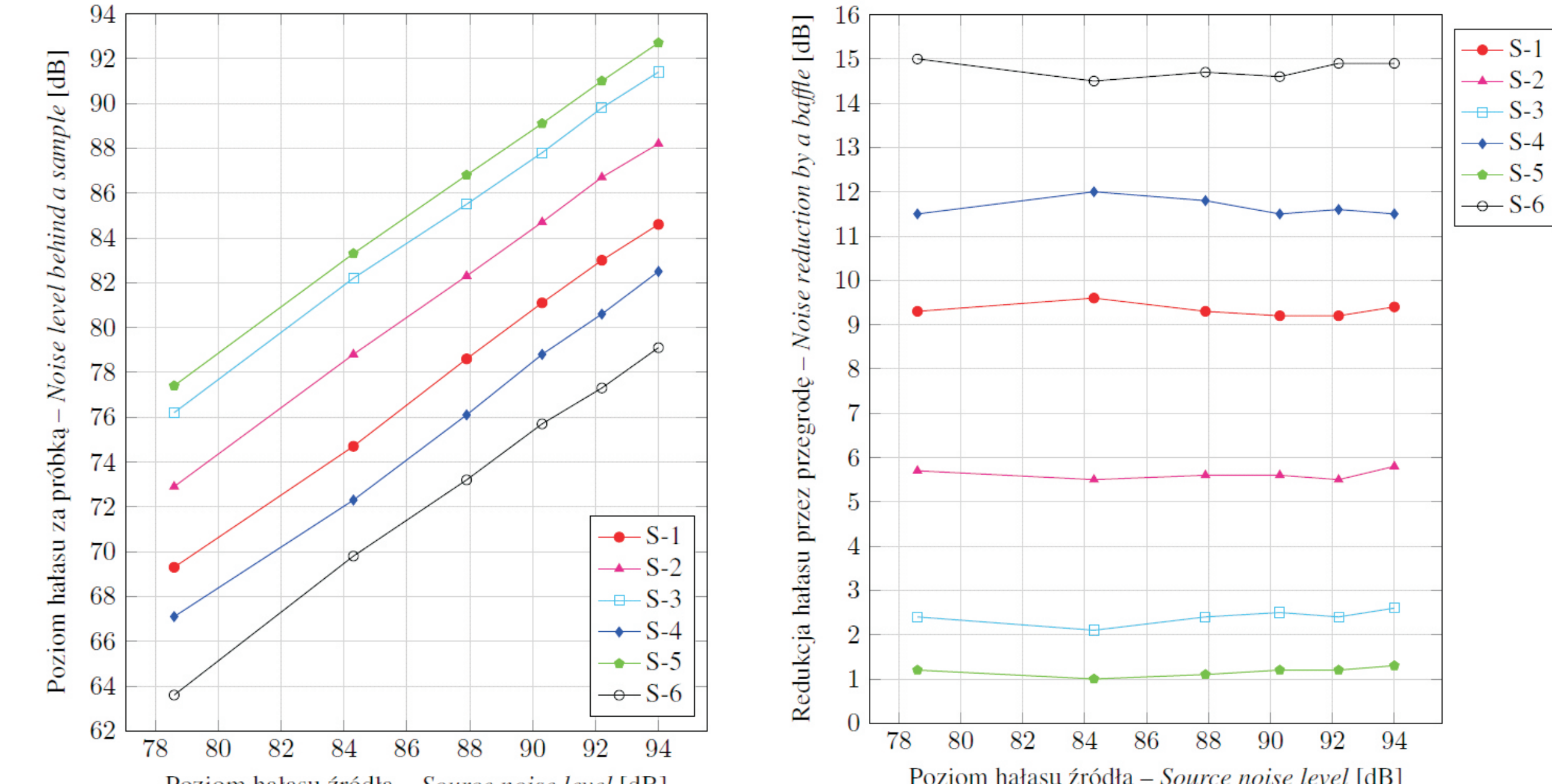
Tabela 1. Cechy próbek materiałowych
Table 1. Features of material samples

Próbka – Sample:	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6
Grubość – Thickness [mm]:	14.7	13.7	14.4	7.8	8.9	10.5
Średnica – Diameter [mm]:	28.3	28.0	28.4	28.5	28.8	29.0
Masa całkowita – Mass [g]:	7.6	8.7	4.2	5.9	2.1	8.9
Gęstość – Density [g/cm³]:	0.82	1.04	0.45	1.18	0.36	1.28

Wnioski

Conclusions

Najlepszą redukcję hałasu przez warstwę materiału uzyskano dla kompozytu warstwowego S-6 i to pomimo jego przeciętnej grubości. Najgorsza redukcja była w przypadku pianek ceramicznych ze względu na ich otwartą porowatość, jednak z tego samego względu są one znakomitymi pochłaniaczami fal akustycznych i powinny się sprawdzić jako wypełniacze lekkich przegród akustycznych (jako rdzenie struktur sandwichowych, z porowatością zewnętrznie zamkniętą przez płyty licowe). The best reduction of noise was by a baffle of layered composite S-6 despite its moderate thickness. The worst reduction was by baffles of ceramic foams because of their open porosity, however, because of the same reason those foams are excellent sound absorbers and should be effectively utilised as cores in lightweight sandwich acoustic barriers (with pores externally closed by faceplates).



Rys.5. Poziom hałasu za próbką materiałową (S-1, S-2, ..., S-6) dla różnych poziomów hałasu źródłowego
Fig.5. Noise reduction behind the material sample (S-1, S-2, ..., S-6) for various source noise levels

Rys.6. Stopień redukcji hałasu za przegradą z poszczególnych próbek materiałowych (S-1, S-2, ..., S-6) dla różnych poziomów hałasu źródłowego
Fig.6. Noise reduction behind the baffle of a material sample (S-1, S-2, ..., S-6) for various source noise levels

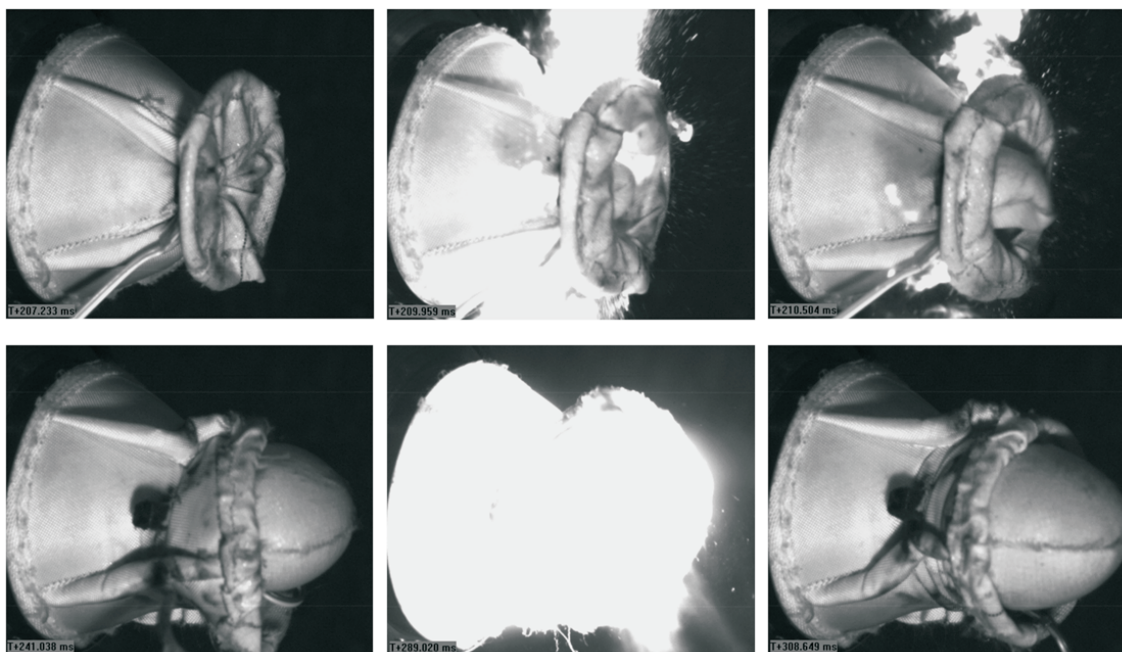
Wyniki badań

Results

Opracowanie i badanie zaworu membranowego wysokiej wydajności do poduszki gazowej

Development and testing of high performance membrane valve for a gas bag

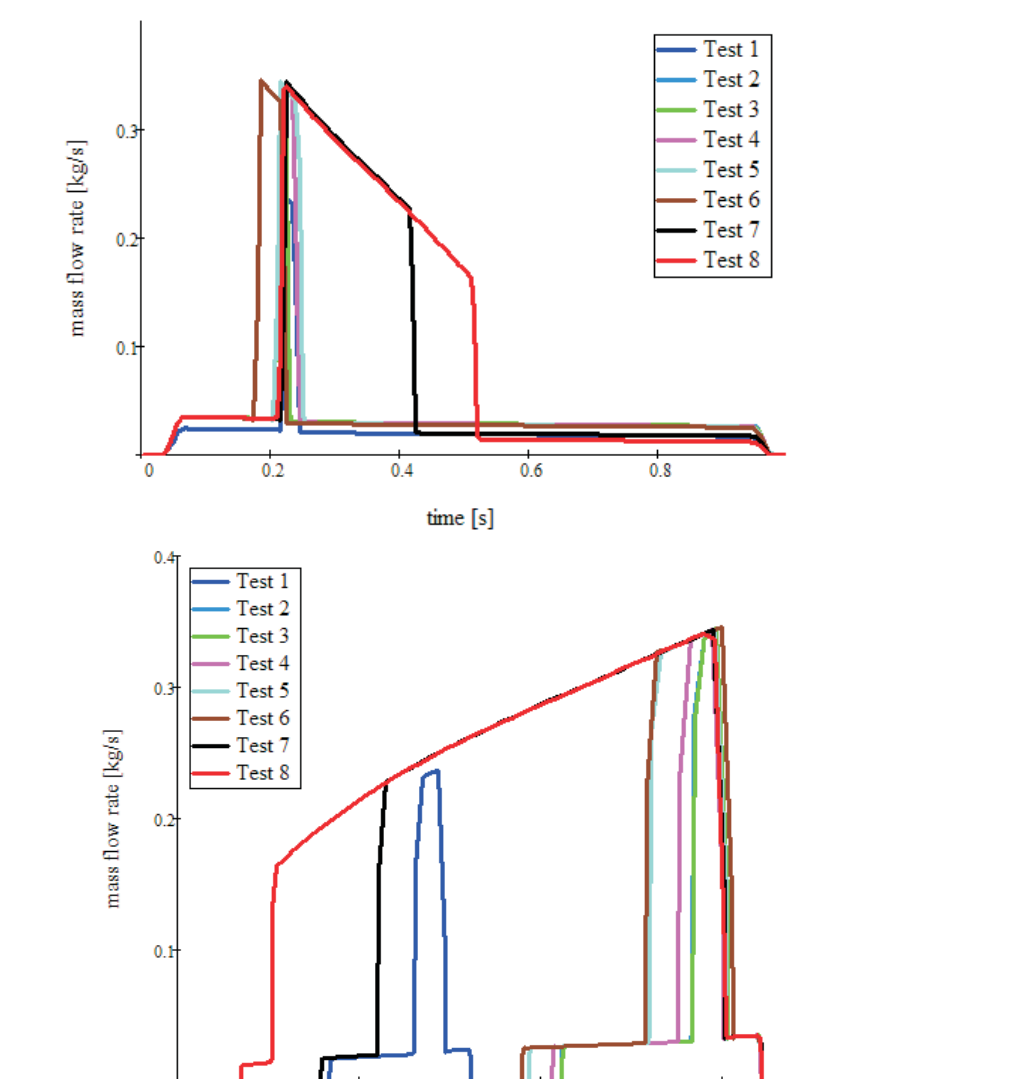
Zawór membranowy HPV:
- jest przeznaczony do wydajnego sterowania procesem gwałtownego wypływu gazu z poduszki gazowej awaryjnego lądowania śmigłowca,
- jest wykonany w oparciu o membrany tekstylne sterowanie poprzez mikrowybuchowe niszczenie pierścieni zaciskowych,
- umożliwia zwiększenie sprawności poduszki gazowej jako absorbera energii zderzenie oraz może zmniejszać odbicie.



Rys.7. Widok sekwencji pracy zaworu
Fig.7. View of a sequence of valve operation



Rys.8. Widok sekwencji pracy zaworu oraz eksperymentalnej poduszki gazowej
Fig.8. View of a sequence of valve operation with an experimental airbag system



Rys.9. Charakterystyka wydanku masowego jako funkcji czasu (góra) i ciśnienia (dół)
Fig.9. Time-mass flow rate (top) and pressure-mass flow rate characteristics (bottom)

Wnioski

Conclusions

Opracowany i przebadany został nowatorski system zaworu membranowego, przewidzianego zwłaszcza do poduszki awaryjnego lądowania śmigłowca. Przyjęta konstrukcja umożliwia wydajne, trójstanowe sterowanie procesem wypływu gazu z poduszki w krótkim czasie zderzenia. Wyniki prac pokazują zdolność do skalowania rozwiązania do odpowiednich rozmiarów dla danego zastosowania. An innovative system of membrane valve, especially destined to helicopter emergency landing pads, has been developed and tested. The adopted design allows efficient, tri-state gas flow process control with pillows in a short time of collision. The results show the ability to scale a solutions to the appropriate size for particular application.

Wyniki badań

Results

Rozwój technologii ADBAG dla małych prędkości uderzenia

Development of ADBAG technology for low impact velocities

Cel: Rozwój modułu sterującego dla technologii ADBAG.

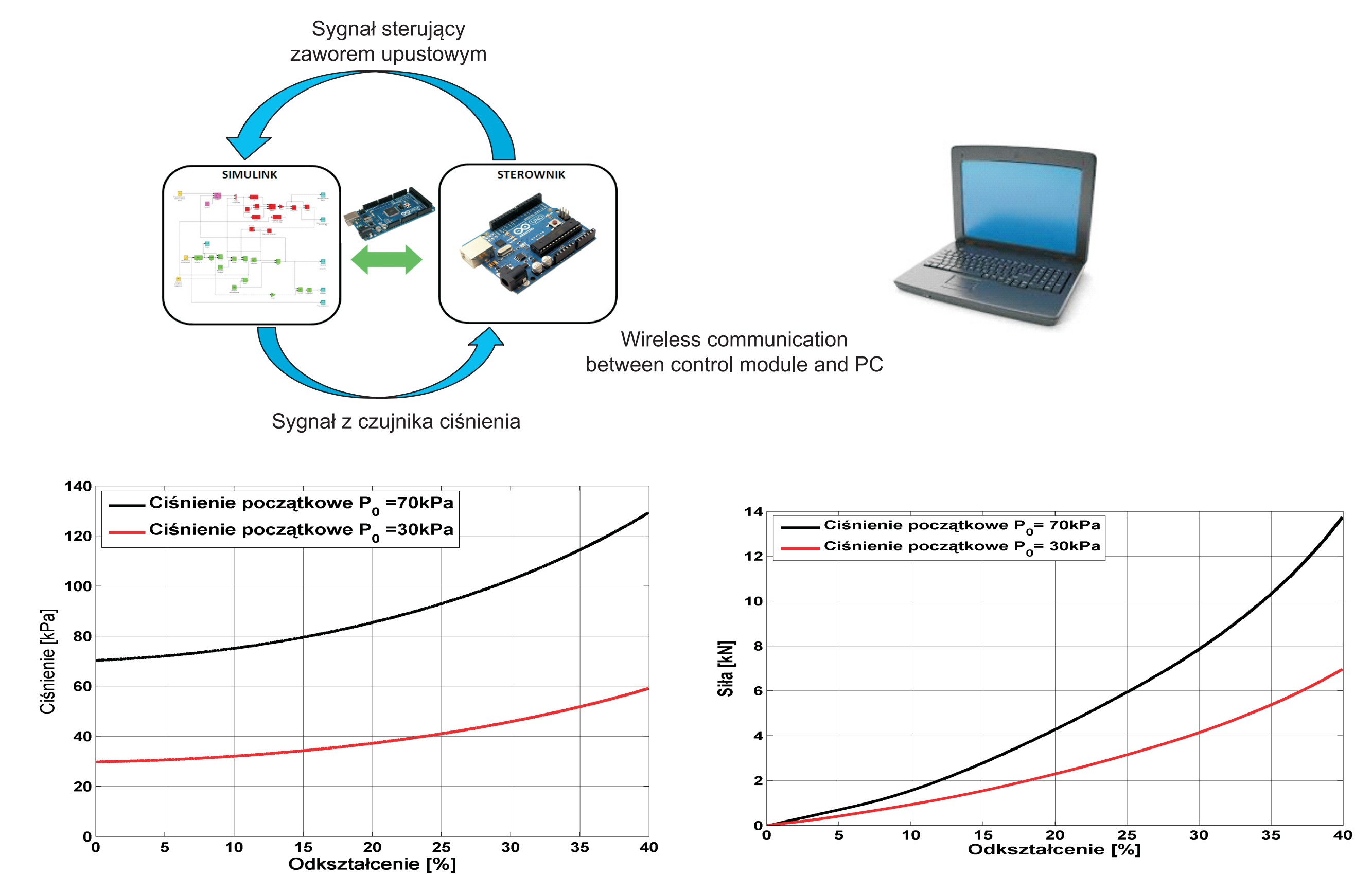
Moduł sterujący:

- rozwiązanie oparte o platformę Arduino
- system akwizycji danych
- komunikacja bezprzewodowa krótkiego zasięgu (Xbee)

Aim: Develop of the controller for ADBAG technology for low impact velocities.

Control module:

- the Arduino platform has been used
- data acquisition system
- short range wireless communication (XBee)



Rys.10. Bezprzewodowy przesył danych: a) ciśnienia wewnątrz zbiornika, b) siły kontaktowej
Fig.10. Wireless communication : a) internal pressure b) contact force

Wnioski

Conclusions

Komunikacja dwustronna krótkiego zasięgu, między sterownikiem a komputerem PC została przetestowana w warunkach laboratoryjnych. Wireless communication has been tested by sending data in both directions between control module and PC.

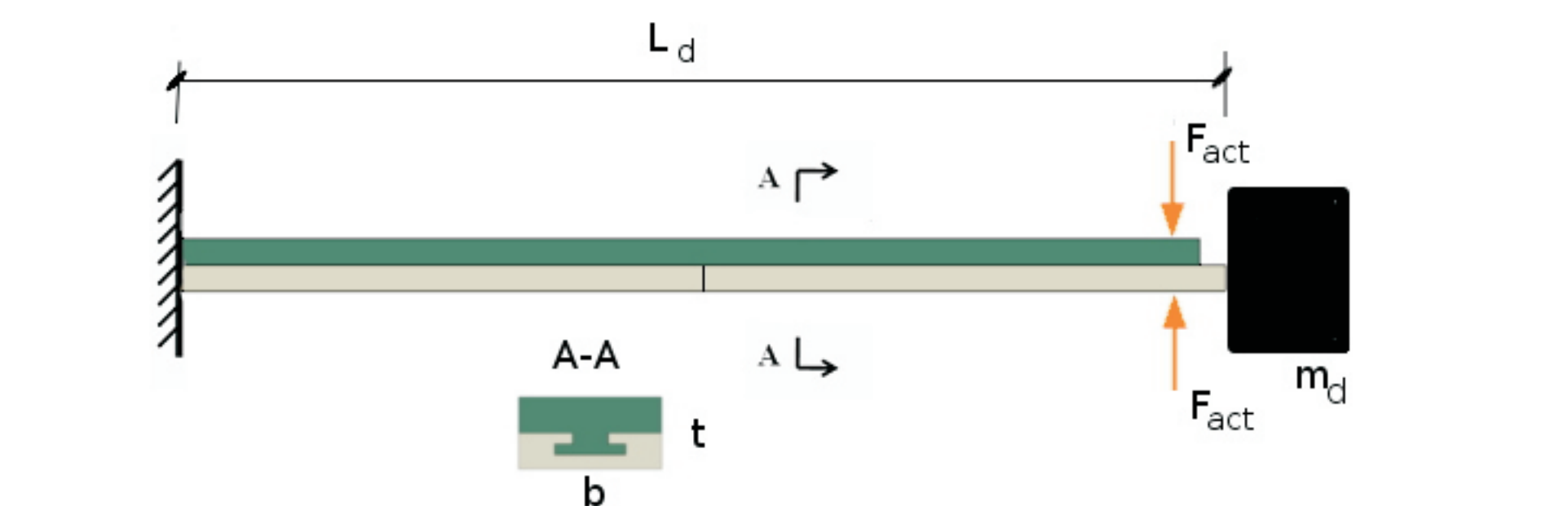
Wyniki badań

Results

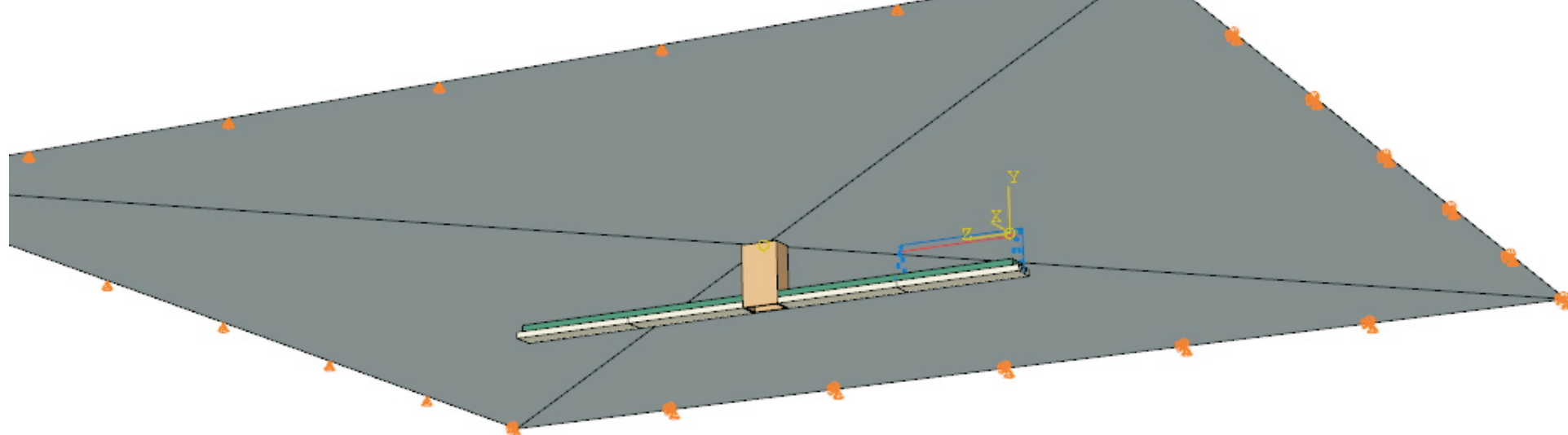
Wykorzystanie modułów PAR do półaktywnego tłumienia drgań konstrukcji płytowych

PAR modules usage for semi-active damping of plate structures

Celem pierwszego etapu prac był dobór parametrów tłumika PAR, natomiast celem drugiej części pracy było przeprowadzenie symulacji numerycznych weryfikujących skuteczność przyjętego rozwiązania. The aim of the work first phase was the selection of PAR damper parameters, while the objective of the second part of the work was to carry out numerical simulations to verify the effectiveness of the adopted solution.



Rys.11. Schemat półaktywnego tłumika PAR dla konstrukcji płytowych
Fig.11. Diagram of a semi-active PAR damper for a plate structures



Rys.12. Widok ogólny konstrukcji z zainstalowanym tłumikiem PAR
Fig.12. General view of construction with installed PAR damper

Wnioski

Conclusions

Tłumiki PAR są elementami dodatkowymi i nie pełnią roli konstrukcyjnej. Ponadto ich masa stanowi jedynie kilka procent masy efektywnej tłumionej postaci drgań własnych. Przedstawione rozwiązanie może mieć potencjalnie zastosowanie na przykład przy tłumieniu drgań płyta lotniczego..

PAR dampers are additional components and do not serve as a structural elements. In addition, their weight is only a few percent of the effective mass of repressed form of vibrations. The solution may be potentially applicable for aifoil vibrations damping.

Wskaźniki realizacji celów projektu

Indicators of the project

Publikacje

1. Mikulowski G., Wiszowaty R.: **Pneumatic adaptive absorber – mathematical modelling with experimental verification**. Mathematical problems in engineering, submitted, 2015.
2. Nowak Ł.J., Zieliński T.G.: **Determination of the free-field acoustic radiation characteristics of the vibrating plate structures with arbitrary boundary conditions**. Journal of Vibration and Acoustics – Transactions of the ASME, Vol. 137, No. 5, pp. 051001-051001-8, 2015. DOI:10.1115/1.4030214 [JF5: 1.207, IF: 1.147, MNISw: 25 pkt.]