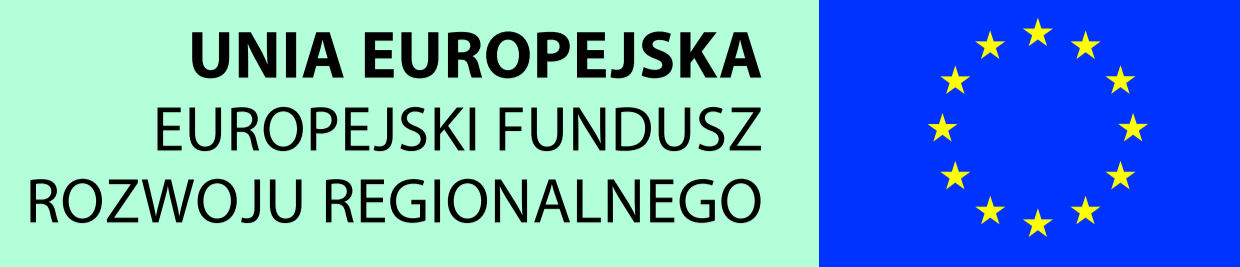


Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry



Konferencja Rady Partnerów RP CZT AERONET i Konferencja Podsumowująca Projekt PKAERO 30 Listopada- 1 Grudnia 2015

ZB14

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

Smart embedded systems based on intelligent materials

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

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego

Title of the innovative solution

Badanie elastycznej pianki poliuretanowej o ujemnym współczynniku Poissona
Technologia pianki auksetycznej i demonstrator

Tests of elastic auxetic foams with negative Poisson's ratio
Technology of auxetic foam and the demonstrator

Krótki opis rozwiązania

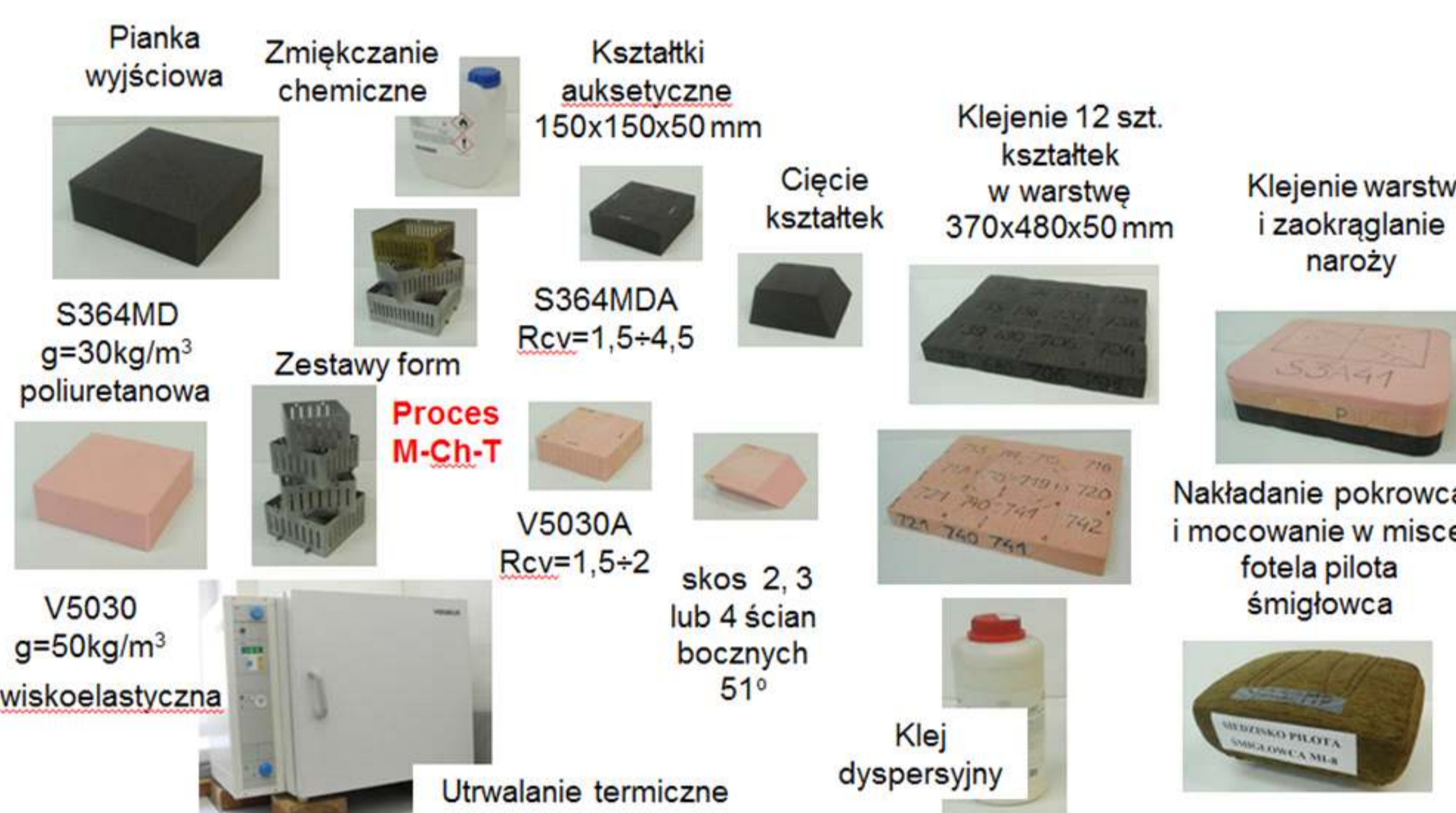
Brief description of the solution

Bloki tradycyjnej pianki poliuretanowej są przetwarzane w procesie mechaniczno-chemiczno-termicznym w kształtki auksetyczne o współczynniku kompresji obj. to cwiowej w zakresie od 1,5 do 4,5 i wymiarach 150x150x50 mm. Z kształtek wytwarza się warstwę auksetyczną i cz. klejem s siaduję kształtki o jednakowym skosie cian bocznych. Warstwy i cz. si klejem w taki sposób aby spoiny pomi dzy s siednimi kształtkami na powierzchni ka dej warstwy nie nakładły si na siebie. Na poł czone warstwy nakleja si warstwę wiskoelastycznej pianki tradycyjnej dla zwi kszenia komfortu. Cało tworzy demonstrator technologii – poduszk siedziska.

Blocks of conventional foam are processed in the mechanical-chemical-thermal process into auxetic foam samples with volumetric compression ratio ranging 1,5 to 4,5 and with dimensions 150x150x50mm. The auxetic seat layer is composed of multiple auxetic foam samples with adequate skew sides using an adhesive. The layers are joined in such way, that the joint surfaces do not overlap. The auxetic layer is covered with the layer of conventional viscoelastic foam in order to increase comfort of the user. The whole structure is the technology demonstrator - seat cushion.

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego

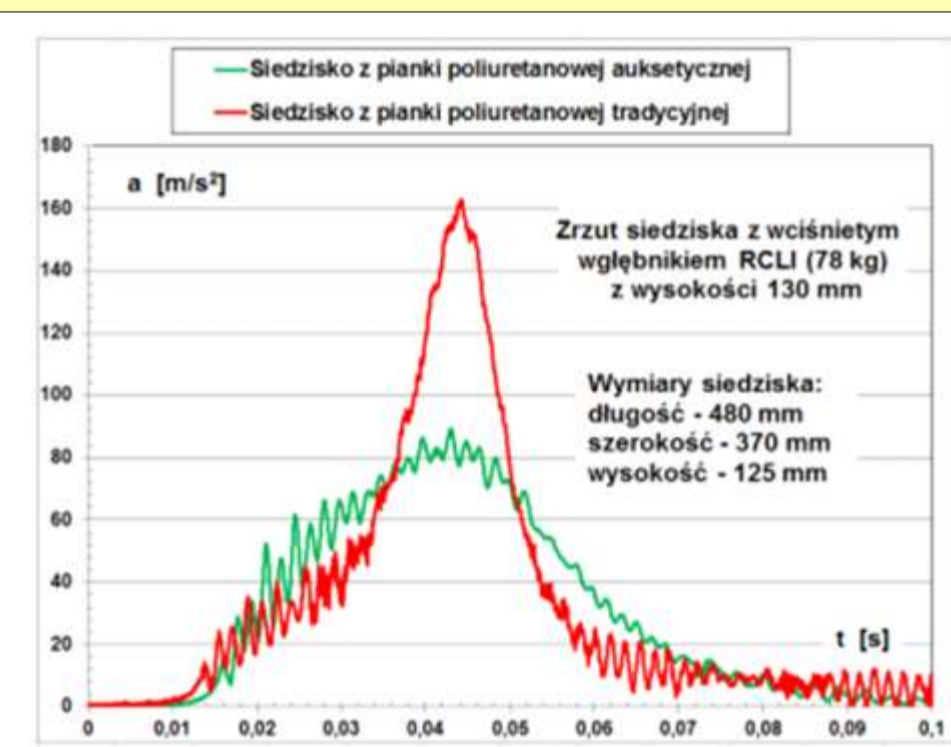
Visualization of the innovative solution



Proces wytwarzania auksetycznego wkładu siedziska pilota migłowca
Manufacturing process of a helicopter pilot auxetic seat cushion

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego

Advantages and restrictions of innovative solution



Zależność przyspieszenia od czasu
Acceleration versus time



Demonstrator technologii na stanowisku badawczym
Technology demonstrator in a test stand

Ograniczenia: Wysoki koszt wytwarzania poduszek siedziska klejonych z kształtek auksetycznych w stosunku do poduszek na siedziska pilota migłowca wycinanych z bloku tradycyjnej pianki poliuretanowej.

Limitations: High cost of manufacturing seat cushions in a form of arrays composed of smaller auxetic samples in comparison to conventional polyurethane seat cushions.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches



Zrzut migłowca Mi-8
Mi-8 helicopter drop test



Wzrost RCLi o masie 78 kg z akcelerometrem na siedzisku z poduszką z pianki auksetycznej
78 kg RCLi indenter placed on a seat cushion in a helicopter seat and equipped with an accelerometer



Wyniki pomiaru przyspieszenia podczas twardego lądowania - wysokość 75 cm.
Results of deceleration measurements during harsh landing - 75 cm height.

Oferta dla przemysłu

The offer for industry

Rozwiązania patentowe zgłoszone do URP RP:
1. P.398953 pt.: Sposób wytwarzania pianki auksetycznej.
2. P.404102 pt.: Sposób wytwarzania gradalnej pianki poliuretanowej o ujednorodnionym rozkładzie właściwości mechanicznych, zwłaszcza pianki auksetycznej (patent przyznany).
3. P.407062 pt.: Sposób wyznaczania współczynnika Poissona pianki auksetycznej, zwłaszcza gradalnej.
4. P.408637 pt.: Sposób wyznaczania temperatury mięknięcia elastycznych pianek poliuretanowych jako temperatury trwałego odkształcenia.

Solutions submitted to the Polish Patent Office:
1. P.398953 entitled: The method for manufacturing an auxetic foam.
2. P.404102 entitled: The method for manufacturing a gradual polyurethane foam with uniform distribution of mechanical properties, especially an auxetic foam (granted).
3. P.407062 entitled: The method for defining Poisson's ratio of an auxetic foam, especially gradual one.
4. P.408637 entitled: The method for defining the softening temperature of elastic polyurethane foams as the temperature of the permanent strain.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego

Title of the innovative solution

Metody badania elastycznej pianki poliuretanowej zwłaszcza o ujemnym współczynniku Poissona
Badanie dynamiczne (zrzutowe) kształtek/struktur/wkładów siedzisk z pianek poliuretanowych

Methods for elastic polyurethane foam testing especially with negative Poisson's ratio:
Dynamic (drop) test of samples/structures/seat cushion inserts made of polyurethane foams

Krótki opis rozwiązania

Brief description of the solution

Przedmiotem rozwiązania jest sposób badania dynamicznego (zrzutowego) próbek i struktur warstwowych o wymiarach 150x150x50±125±2 mm oraz wkładów siedzisk do fotela pilota migłowca o maksymalnych wymiarach 500x500x140±4 mm oparty na dwóch kryteriach tzn.: kryterium przyspieszenia do 20g i kryterium dopuszczalnego obciążenia cz. ciał d wiowej kr. góslupa pilota migłowca cywilnego (6674,6 N - FAR Part 27.562) i wojskowego (9189 N), Podstawow krzyw wyznaczan w metodzie jest zależność siły maksymalnej od prędkości maksymalnej jakie powstają podczas próby zrzutu swobodnego. Lepsze właściwości ciał twardych materiały dla których uzyskane w badaniach maksymalne siły na poziomie dopuszczalnych obciążenie cz. ciał d wiowej kr. góslupa pilota uzyskuje się przy większych prędkościach uderzenia.

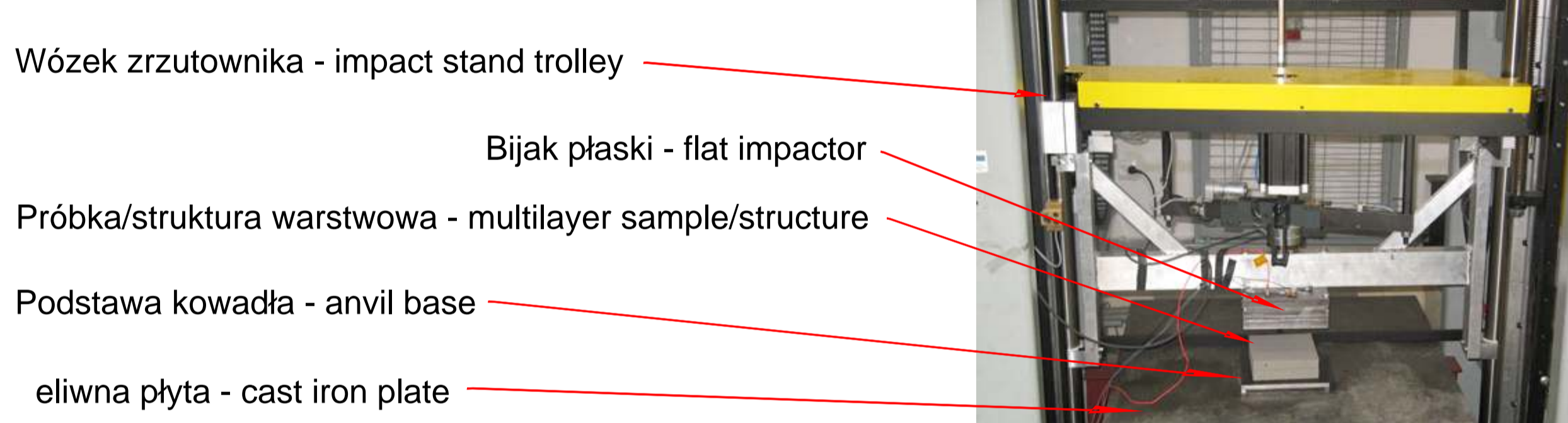
The presented solution concerns the method for dynamic (drop) testing of samples and multilayer structures with dimensions 150x150x50±125±2 mm and helicopter seat cushion inserts with maximum dimensions 500x500x140±4 mm based on two criteria: 20g exceedance criterion and civil (6674,6 N - FAR Part 27.562) and military (9189 N) helicopter pilot maximum lumber load criterion. The basic curve defined using the method is the dependence between the maximum force and the maximum velocity measured during free drop. Better damping properties were observed for materials for which the obtained maximum forces corresponding to the allowable pilot lumber loads were obtained for higher impactor velocities.

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego

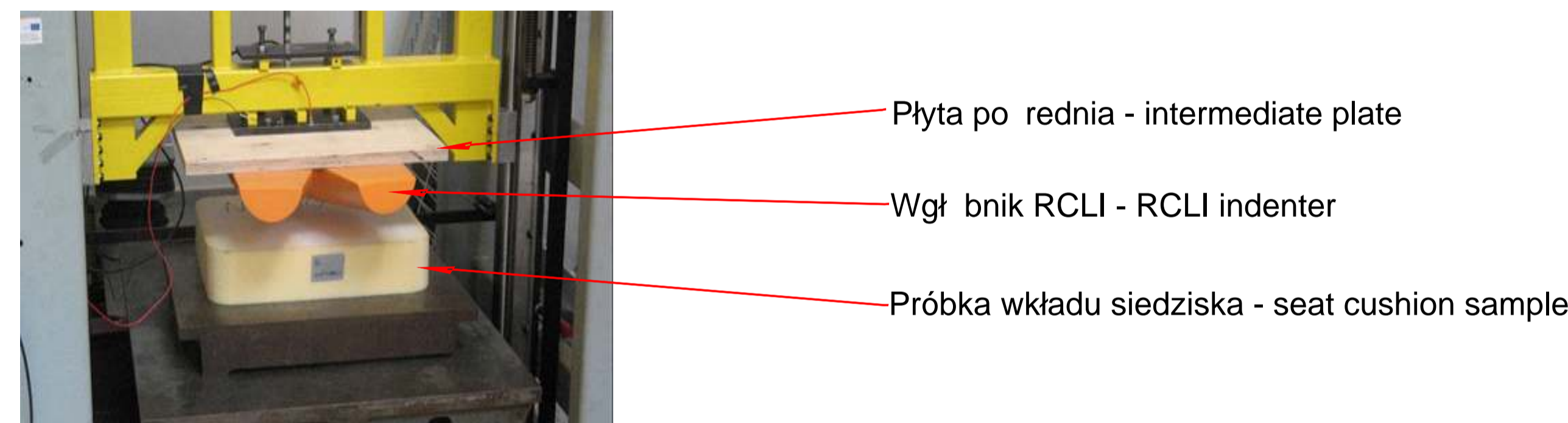
Visualization of the innovative solution

Warianty badań zrzutowych (Testy wykonane w Adaptronica sp. z o.o.):
wariant I - zrzut płaskiego bijała o masie 9,8 kg na próbkę pianki poliuretanowej
wariant II - zrzut próbki wkładu siedziska sprężonego z wgłbnikiem RCLi
wariant III - zrzut wgłbnika RCLi o masie 77,5 kg na próbkę wkładu siedziska

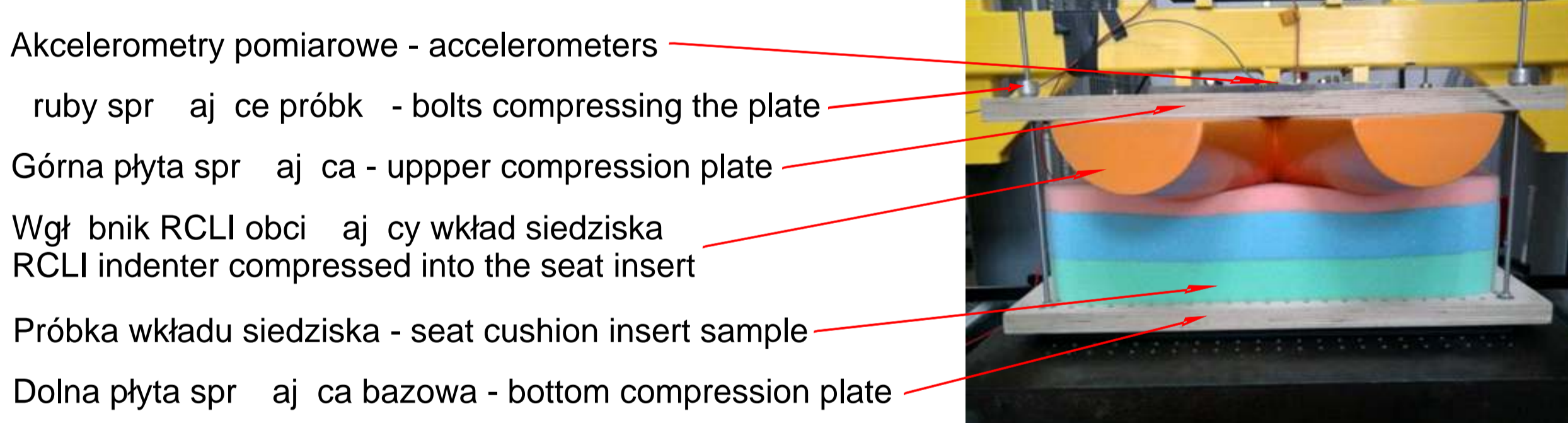
Drop test variants (tests carried out at Adaptronica sp. z o.o.):
variant I - 9,8 kg flat impactor drop on a polyurethane foam sample
variant II - drop of a seat cushion sample with the prestressed RCLi indenter
variant III - 77,5 kg RCLi indented drop on a seat cushion sample



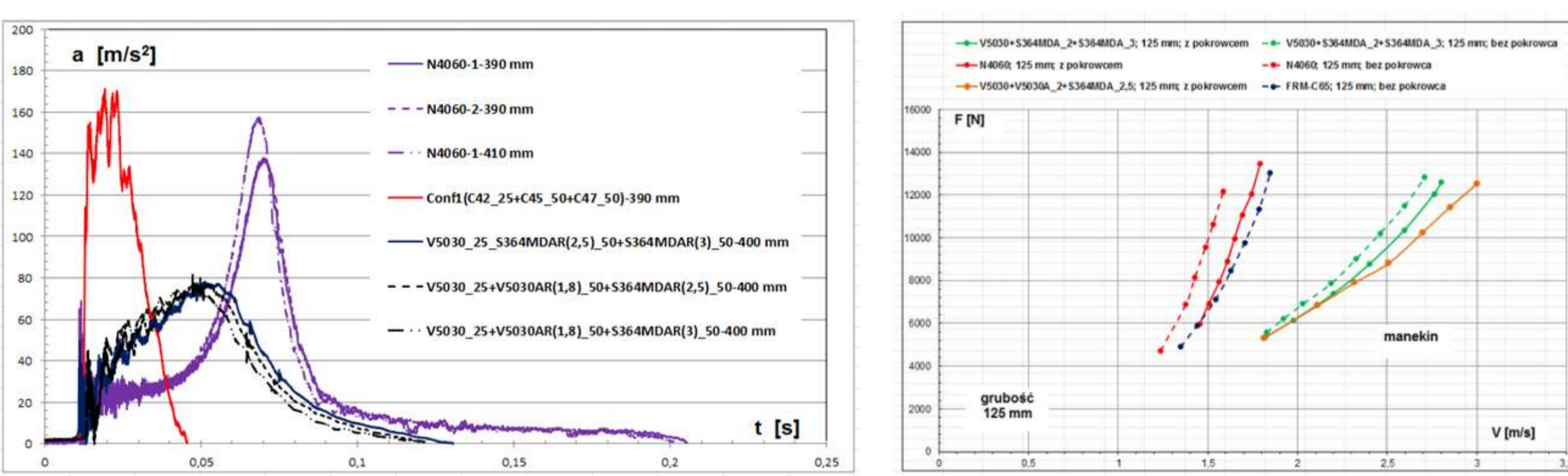
Wózek zrzutownika - impact stand trolley
Bijałki płaski - flat impactor
Próbka/struktura warstwowa - multilayer sample/structure
Podstawa kowadła - anvil base
eliwna płyta - cast iron plate



Płyta pośrednia - intermediate plate
Wgłbnik RCLi - RCLi indenter
Próbka wkładu siedziska - seat cushion sample



Akcelerometry pomiarowe - accelerometers
rury sprężające próbkę - bolts compressing the plate
Górna płyta sprężająca - upper compression plate
Wgłbnik RCLi obciążający wkład siedziska RCLi indenter compressed into the seat insert
Próbka wkładu siedziska - seat cushion insert sample
Dolna płyta sprężająca - bottom compression plate



Zależność przyspieszenia od czasu w pierwszym cyklu zrzutu bijała o masie 9,8 kg z wysokości 390-410 mm na próbki o grubości 125 mm
Acceleration in time during the first cycle of 9,8kg impactor drop from 390-410mm on a 125 mm thick foam sample

Zależność siły kontaktowej maksymalnej od prędkości maksymalnej wgłbnika RCLi
Relation between the maximum contact force from the maximum velocity of the RCLi indenter

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego

Advantages and restrictions of innovative solution

Badanie próbek pianki poliuretanowej polegające na zrzucie płaskiego bijała o masie liwiawo wytopowanie materiału na wkład siedziska o najlepszych właściwościach ciał twardych.
Próby zrzutowe wkładu siedziska wykonuje się poprzez zrzut wgłbnika RCLi na siedzisko lub zrzut siedziska sprężonego z wgłbnikiem w celu określenia właściwości ciał twardych w warunkach uderzenia mas zbiornika do masy człowieka.

Testing polyurethane foam samples during a flat impactor drop allows to select seat cushion material with the best damping properties.
Seat cushion drop tests are carried out using directly an RCLi indenter dropped on a seat cushion or by dropping a seat cushion with RCLi indenter in order to determine the damping properties with a mass similar to the mass of a human.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches

W laboratoriach zakładów przemysłowych produkujących pianki poliuretanowe do zastosowania w transporcie przede wszystkim lotniczym. W laboratoriach zakładów remontowych sprzętu lotniczego. Badania w warunkach laboratoryjnych unormowanych dla pianek poliuretanowych przeznaczonych na opakowania.

Laboratories of chemical factories manufacturing polyurethane foams used in transportation, mainly in aviation. Laboratories of aviation works. Tests carried out in laboratory conditions normalized for polyurethane foams used for packages.

Oferta dla przemysłu

The offer for industry

Unikatowa aparatura umożliwiająca wykonanie testów zrzutowych według oryginalnej metodyki znajdująca się w firmie Adaptronica sp. z o.o. w Łomiankach/Warszawa. Oferta dla firm remontujących fotole lotnicze, w których wymianie podlega wkład pianki poliuretanowej siedziska.

Unique equipment (located in Adaptronica Ltd. in Łomianki near Warsaw) allowing to carry out drop tests according to original methodology. Offer for companies renovating aviation seats, where seat cushions are replaced.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego

Title of the innovative solution

Sposób wyznaczania współczynnika Poissona pianki auksetycznej, zwłaszcza gradalnej
The method for defining the Poisson's ratio of an auxetic foam, especially gradual

Krótki opis rozwiązania

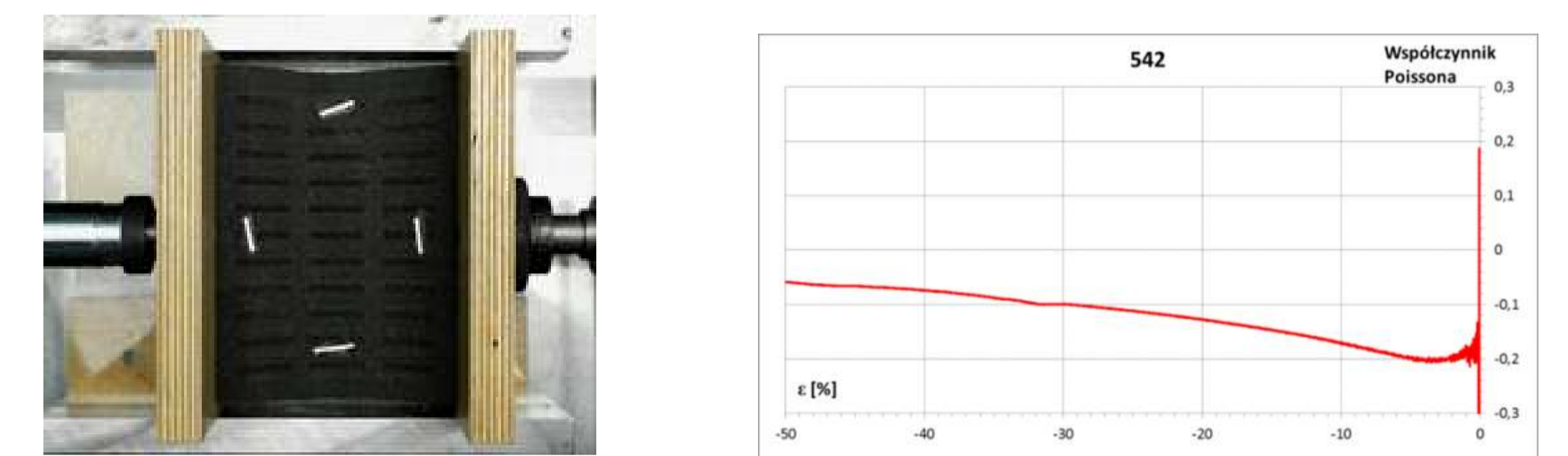
Brief description of the solution

Metoda rozwiązuje zagadnienie wyznaczania współczynnika Poissona pianki auksetycznej, zwłaszcza gradalnej na przeciwnych cianach kształtki, pomiędzy którymi wprowadzono w procesie kompresji gradient współczynnika Poissona.

Presented method allows for determination of the Poisson's ratio of auxetic foam, especially gradual one for the opposite sample faces, between which the Poisson's ratio gradient was introduced during the manufacturing.

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego

Visualization of the innovative solution



Widok kształtki auksetycznej na stanowisku pomiaru; odkształcenie 30%
Auxetic foam sample during the measurement on the stand under 30% strain
Zależność współczynnika Poissona od odkształcenia
Poisson's ratio value versus strain

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego

Advantages and restrictions of innovative solution

Zaletą metody jest możliwość wyznaczania współczynnika Poissona przy ciśnieniu dla przeciwnych cian kształtki pomiędzy którymi wprowadzono w procesie kompresji gradient współczynnika Poissona.
Ograniczenia: badania w warunkach laboratoryjnych unormowanych dla pianek poliuretanowych.

The advantage of this method is the possibility to determine Poisson's ratio under compression for opposite sides foam sample between which the gradual Poisson's ratio was introduced during manufacturing process.
Limitations: the test has to be carried out in laboratory conditions normalized for polyurethane foams.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches

Laboratoria zakładów producentów pianki poliuretanowej. Laboratoria uczelni wyższych o kierunku chemicznym. Laboratoria instytutów chemii przemysłowej.

Laboratories of the polyurethane foam manufacturers. Laboratories of universities with chemical profile. Laboratories of industrial chemistry institutes.

Oferta dla przemysłu

The offer for industry

1. P.407062 pt.: Sposób wyznaczania współczynnika Poissona pianki auksetycznej, zwłaszcza gradalnej.
1. P.407062 entitled: The method for defining Poisson's ratio of an auxetic foam, especially one.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego

Title of the innovative solution

Sposób wyznaczania temperatury mięknięcia elastycznych pianek poliuretanowych jako temperatury trwałego odkształcenia

The method for defining the softening temperature of elastic polyurethane foams as the temperature of the permanent strain

Krótki opis rozwiązania

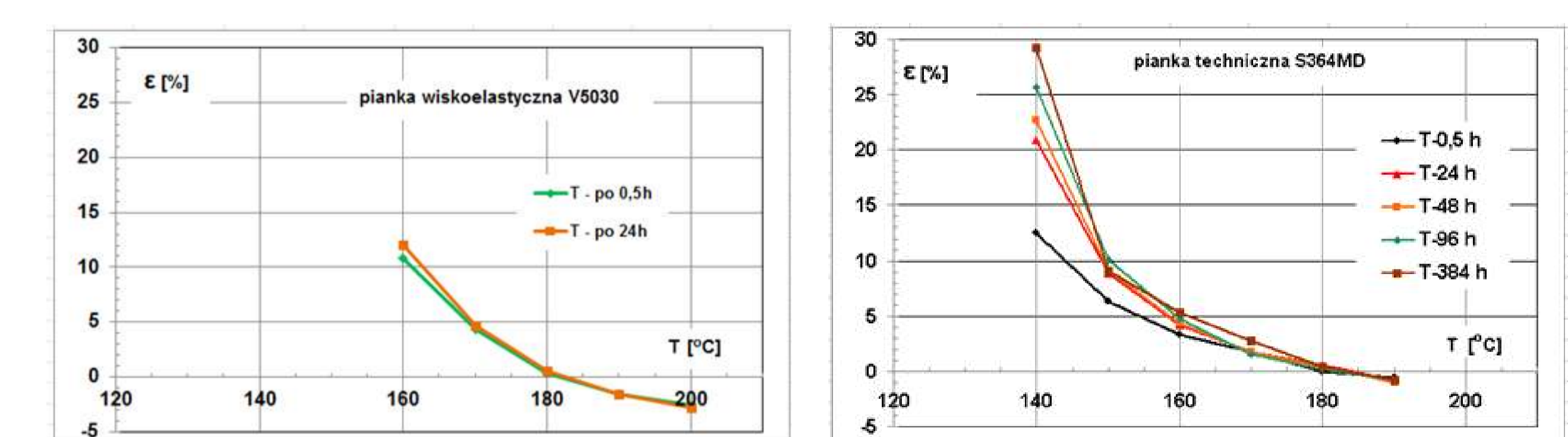
Brief description of the solution

Próbki elastycznej pianki poliuretanowej w kształcie sześcienu lub walca umieszcza się pojedynczo w formie i poddaje jednokierunkowemu odkształceniu po czym, podgrzewa się w coraz wyższej temperaturze powyżej 70°C, chłodzi do temperatury wzdłuż osi ciśnienia poniżej 25°C, wyjmując z formy i mierząc grubość. Następnie powoduje ciśnienie, po czasie 30 minut. Temperatura, w której odkształcenie przechodzi z wartości dodatniej na ujemną jest umowną temperaturą mięknięcia pianki.

Cube or cylinder shaped elastic polyurethane foam samples are firstly placed individually in a mould where they are uniaxially compressed and heated gradually above 70°C, secondly cooled until the inner temperature reaches below 25°C, and finally taken out and measured without external loads after 30 min. Temperature for which the strains change from positive to negative is the so called foam softening temperature.

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego

Visualization of the innovative solution



Zależność odkształcenia od temperatury i czasu
Strain versus temperature and time

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego

Advantages and restrictions of innovative solution

Metoda rozwiązuje zagadnienie wyznaczania umownej temperatury mięknięcia elastycznych pianek poliuretanowych jako temperatury trwałego odkształcenia.
Ograniczenia: badania w warunkach laboratoryjnych unormowanych dla pianek poliuretanowych.

Presented method solves the problem of determining the so called softening temperature of elastic polyurethane foams as the temperature of permanent strain.
Limitations: the test has to be carried out in laboratory conditions normalized for polyurethane foams.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki

Examples of application in aviation and other branches

Laboratoria zakładów producentów pianki poliuretanowej. Laboratoria uczelni wyższych o kierunku chemicznym. Laboratoria instytutów chemii przemysłowej.

Laboratories of the polyurethane foam manufacturers. Laboratories of universities with chemical profile. Laboratories of industrial chemistry institutes.

Oferta dla przemysłu

The offer for industry

1. P.408637 pt.: Sposób wyznaczania temperatury mięknięcia elastycznych pianek poliuretanowych jako temperatury trwałego odkształcenia

1. P.408637 entitled: The method for defining the softening temperature of elastic polyurethane foams as the temperature of the permanent strain.