

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

### Modern mechanical working of magnesium and aluminium alloys

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

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
*Title of the innovative solution*

**Nowa metoda wspomaganego komputerowo projektowania pianek i materiałów komórkowych o zadanych właściwościach**

**New method of computer aided design of foams and cell materials with desired properties**

**Krótki opis rozwiązania**  
*Brief description of the solution*

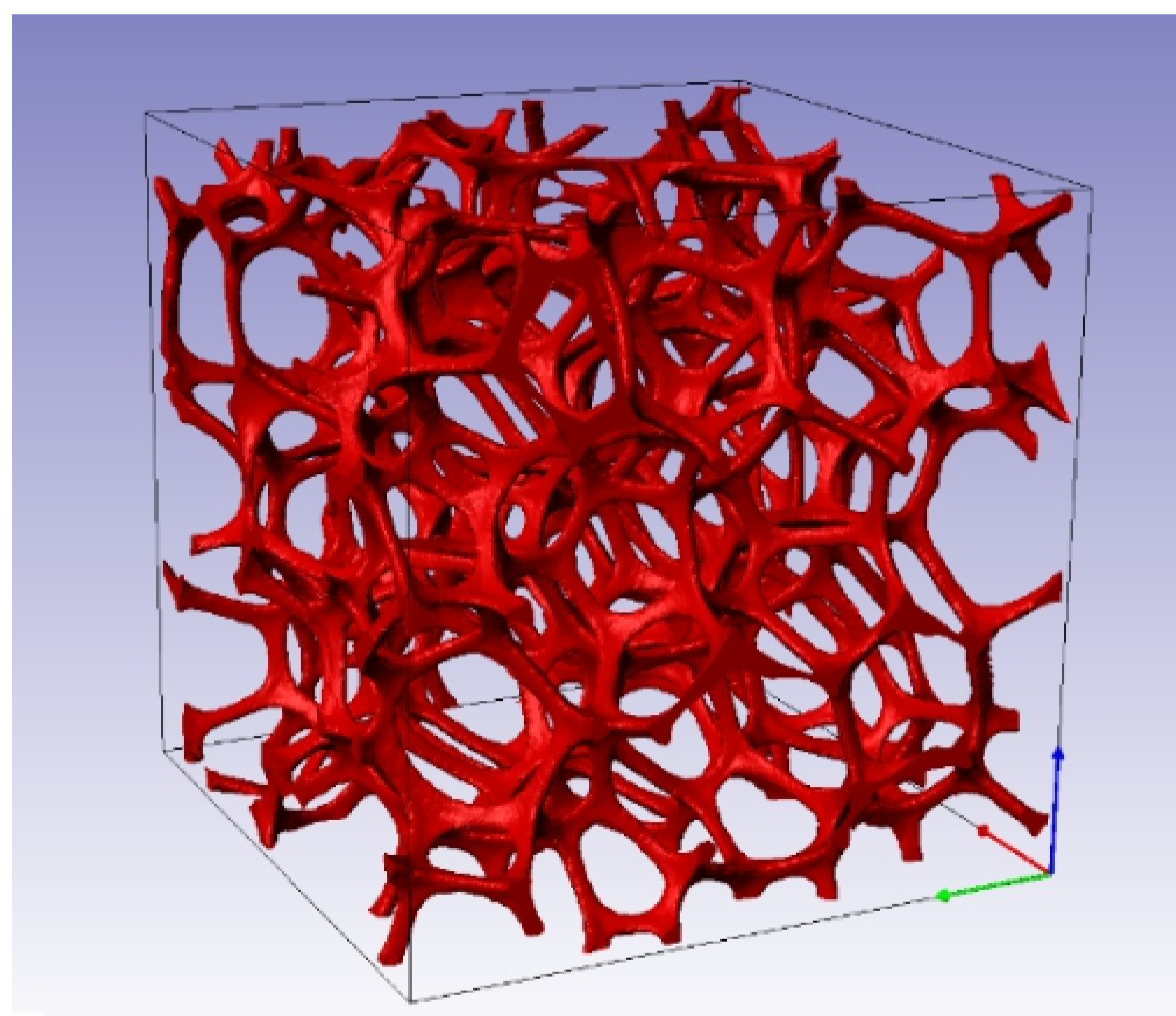
Przedmiotem rozwiązania innowacyjnego są pianki zamkniętokomórkowe oraz pianki otwartokomórkowe o szkieletie wypukłym lub wklęsłym. Materiał szkieletu może być polimerowy, ceramiczny lub metaliczny. Celem proponowanego rozwiązania jest opracowanie schematu postępowania (workflow) do zaprojektowania pianki o wymaganych właściwościach:

- przygotowanie danych projektowych (materiał, właściwości fizyko-mechaniczne),
- wytworzenie numerycznego obrazu geometrycznej struktury pianki,
- wykonanie symulacji numerycznych wybranych procesów określających założone właściwości pianki,
- weryfikacja i opracowanie końcowego numerycznego obrazu struktury pianki
- przygotowanie pliku wejściowego dla wytwórcy.

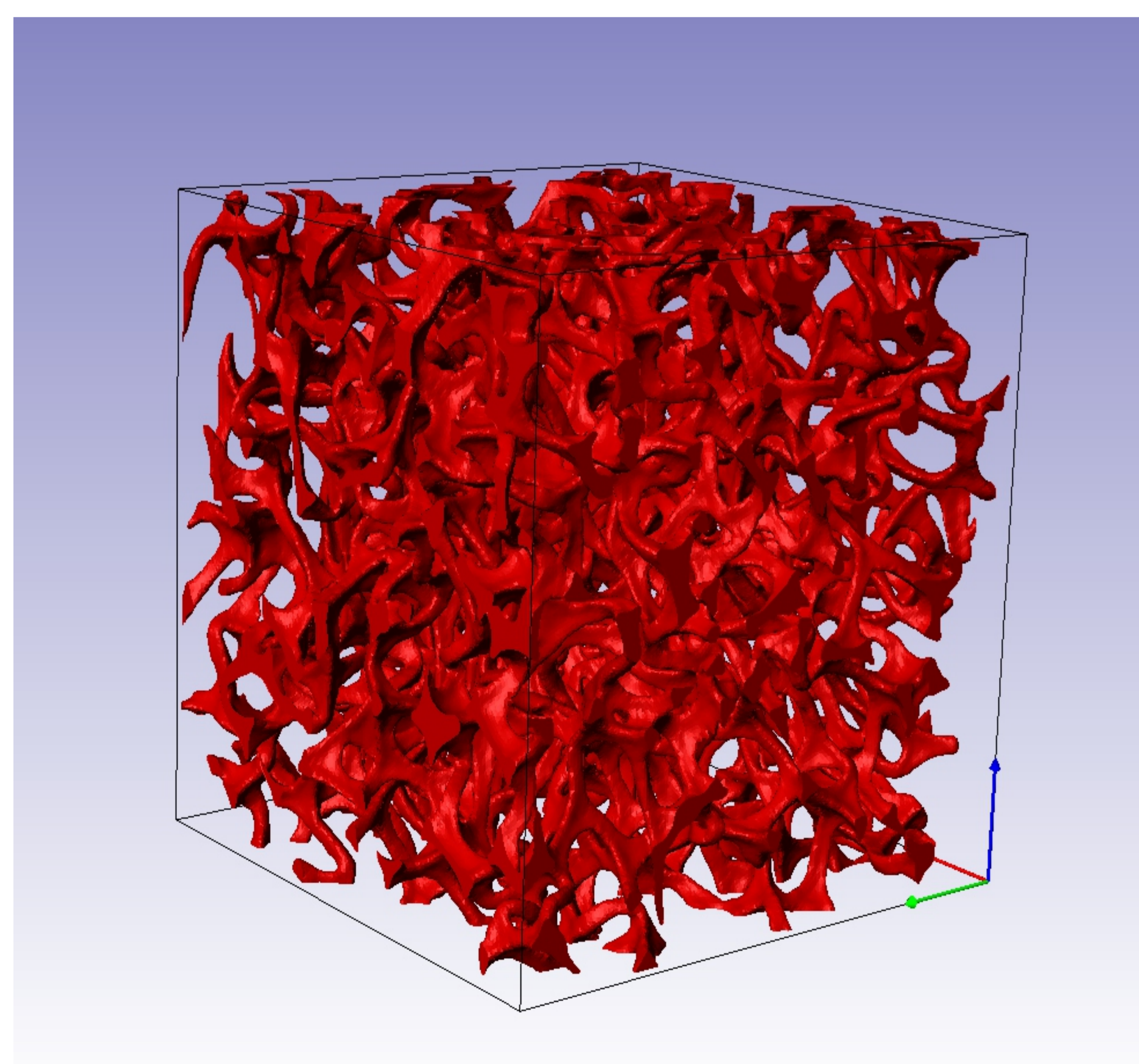
The subject of innovative solution are closed and open-cell foams with convex and reentrant cell structure. The material of skeleton can be polymer, ceramic or metal. The aim of proposed solution is workflow to obtain foams or cell materials with design properties:

- elaboration of the design data (material selection, mechanical and physical material properties)
- preparation of numerical model of geometry foam or cell material structure,
- numerical simulations of selected processes specified design foam or cell material properties,
- verification and specification of final numerical foam and cell material structure,
- preparation of final input file for manufacturer.

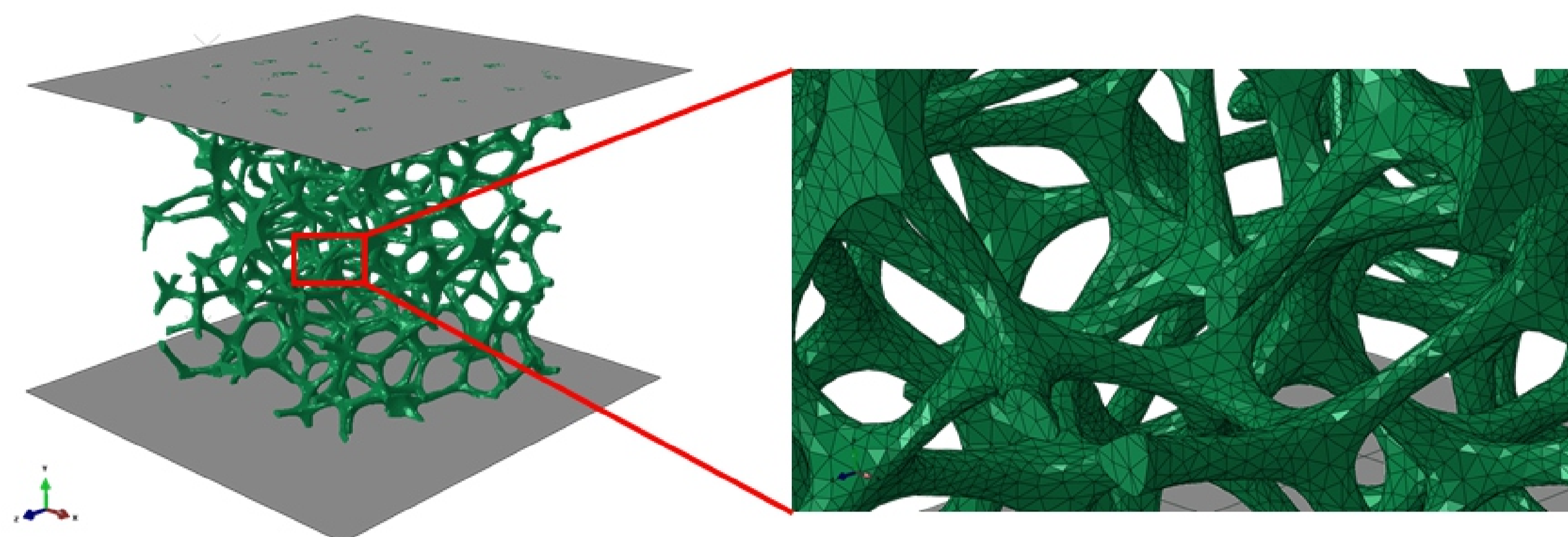
**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
*Visualization of the innovative solution*



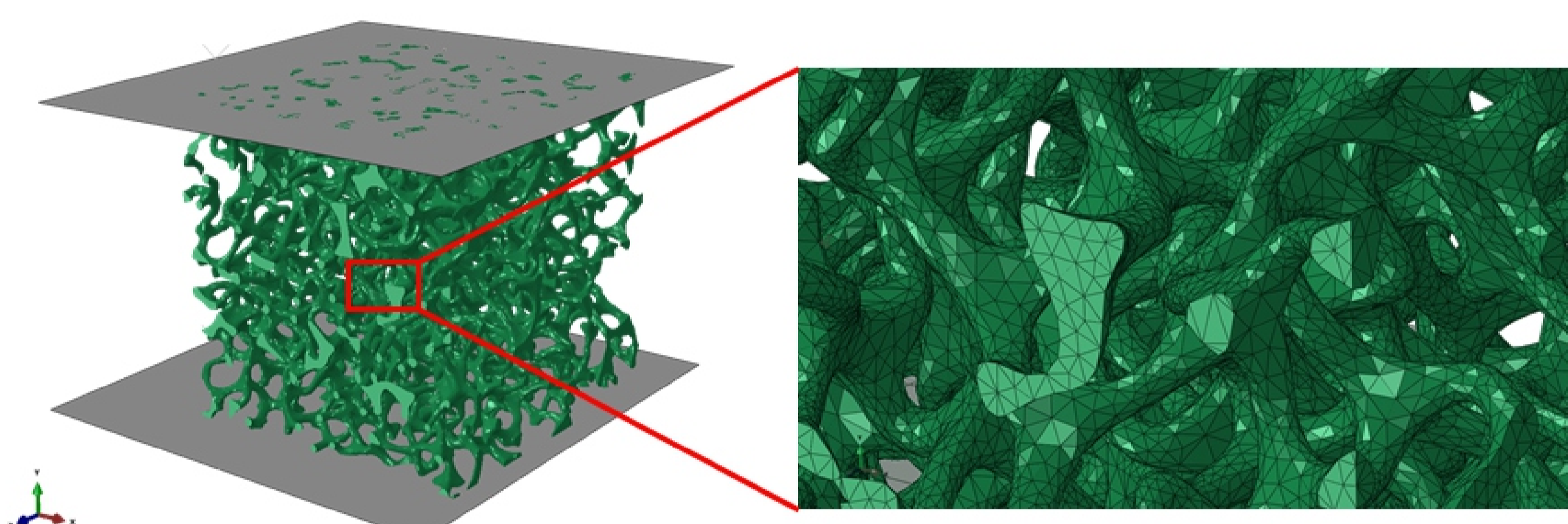
Rys. 1. Przykład numerycznego obrazu geometrycznej struktury pianki wypukłokomórkowej.  
Fig. 1. Example view of numerical geometry of convex foam structure.



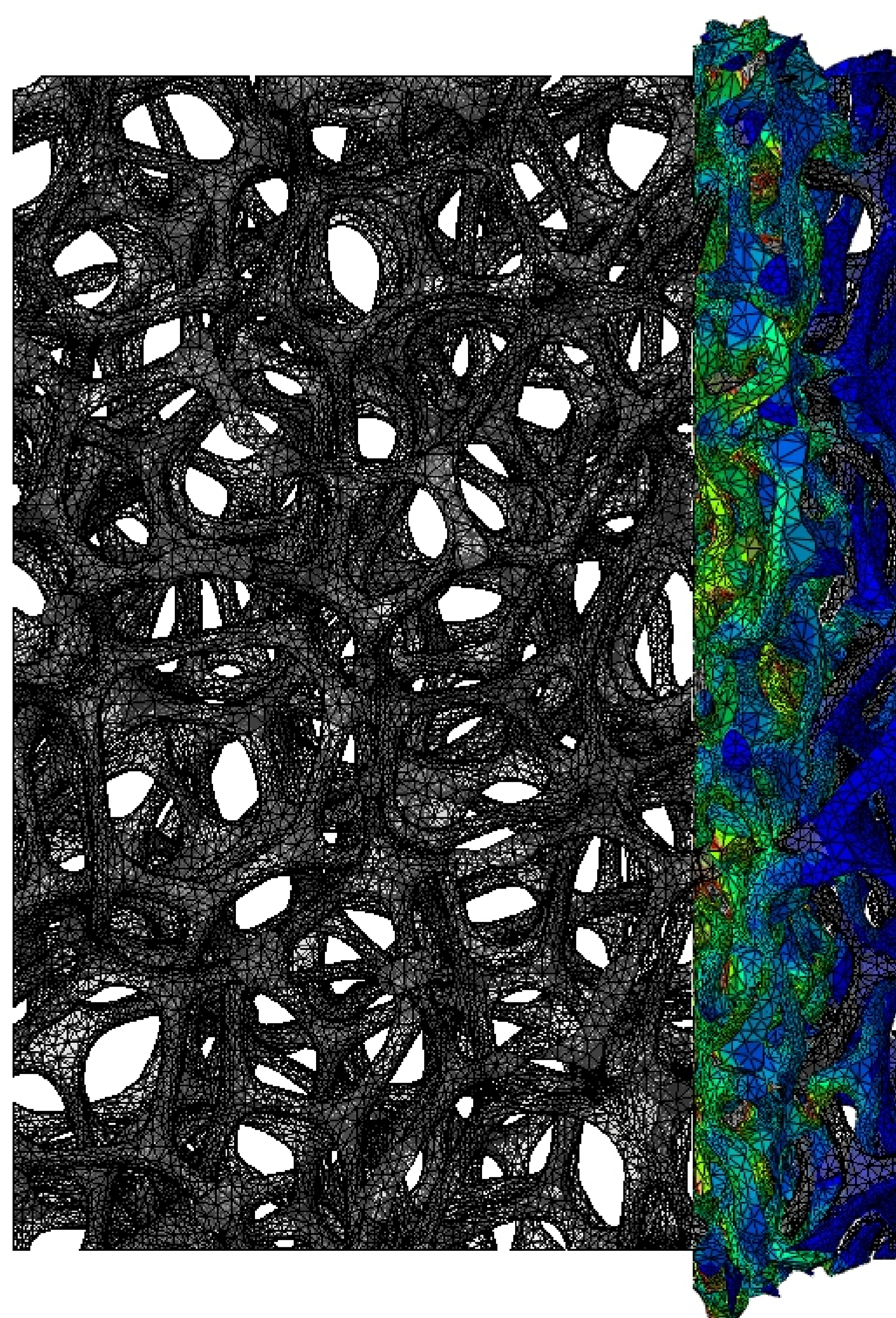
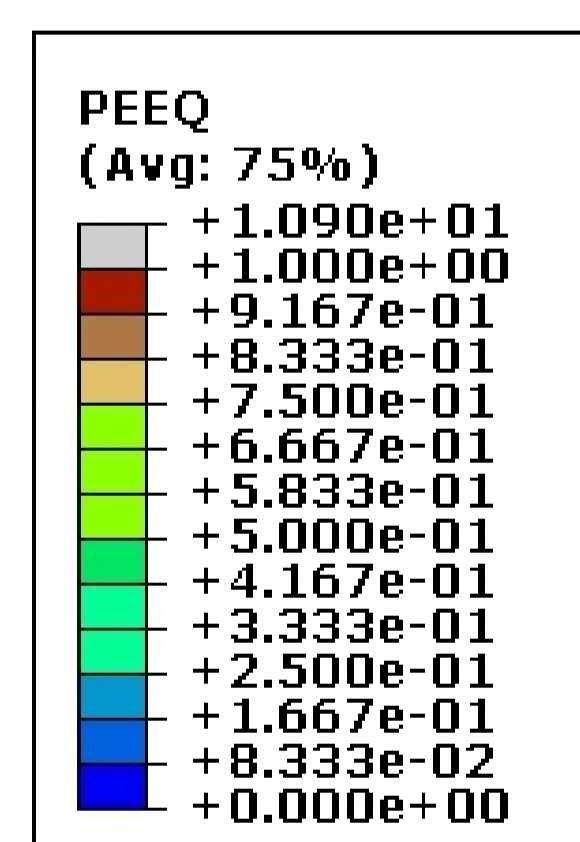
Rys. 2. Przykład numerycznego obrazu geometrycznej struktury pianki wklęsłokomórkowej.  
Fig. 2. Example view of numerical geometry of reentrant foam structure.



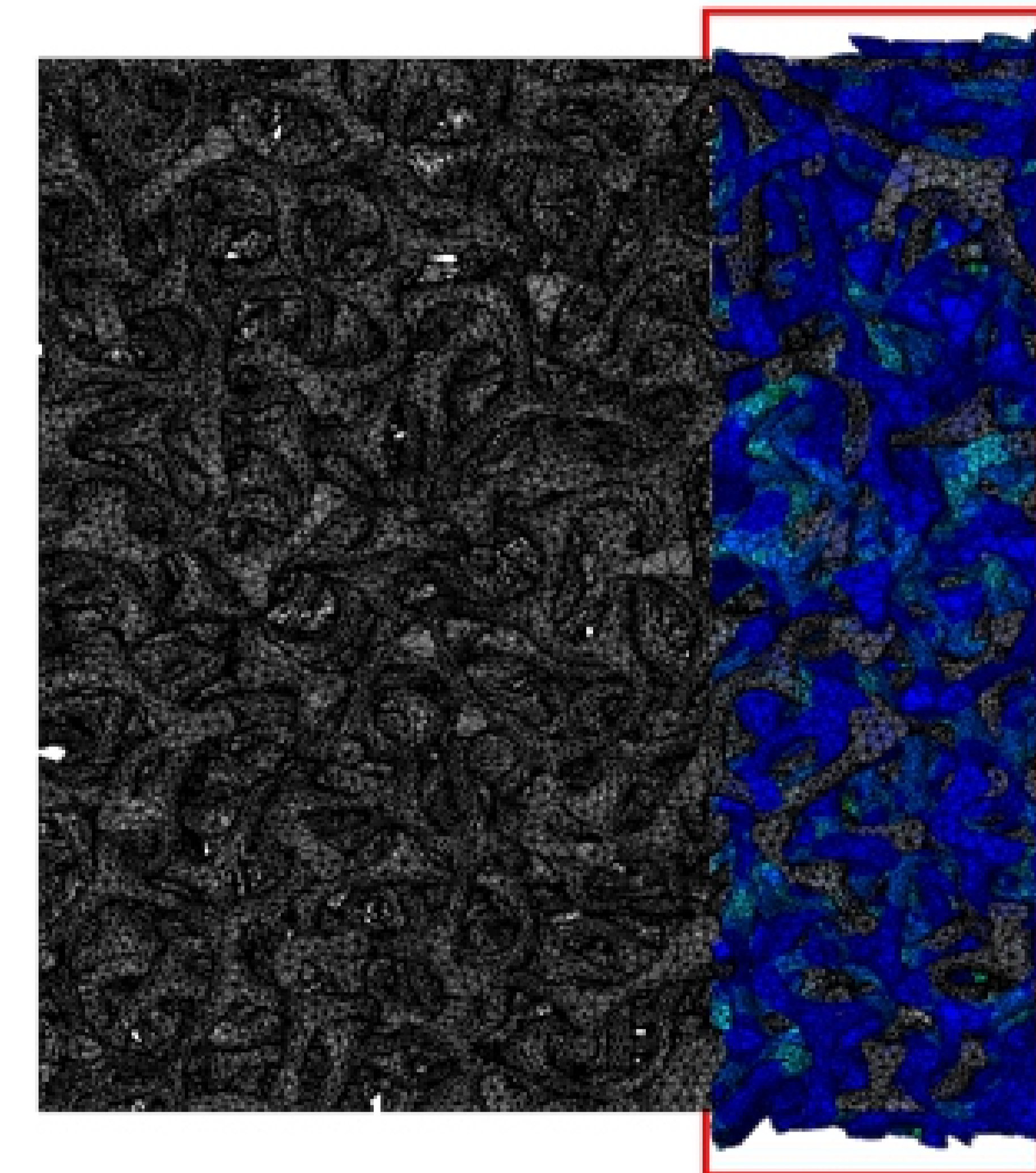
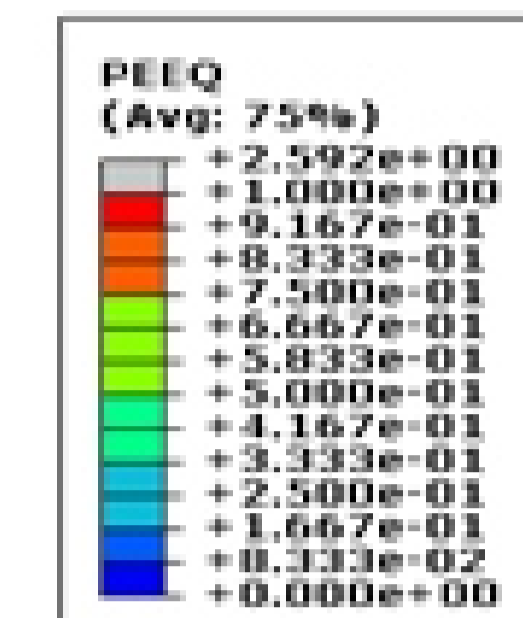
Rys. 3. Przykład utworzonej siatki elementów skończonych dla struktury wypukłokomórkowej.  
Fig. 3. Example view of finite element mesh for convex open cell foam of 96% porosity.



Rys. 4. Przykład utworzonej siatki elementów skończonych dla struktury wklęsłokomórkowej.  
Fig. 4. Example view of finite element mesh for reentrant open cell foam of 92% porosity.



Rys. 5. Rozkład ekwiwalentnego odkształcenia plastycznego w piance wypukłokomórkowej jako wynik bezpośredniego uderzenia pociskiem z prędkością początkową  $V_0=50\text{m/s}$ , po czasie  $t=30.0\text{ s}$ ; obraz wzdłuż osi podłużnej przed i po deformacji.  
Fig. 5. Equivalent plastic strain distribution in convex foam as result of direct impact, with initial velocity  $V_0=50\text{m/s}$ , after time  $t=30.0\text{ }\mu\text{s}$ , axial undeformed and deformed view.



Rys. 6. Rozkład ekwiwalentnego odkształcenia plastycznego w piance wklęsłokomórkowej jako wynik bezpośredniego uderzenia pociskiem z prędkością początkową  $V_0=50\text{m/s}$ , po czasie  $t=30.0\text{ }\mu\text{s}$ ; obraz wzdłuż osi podłużnej przed i po deformacji.  
Fig. 6. Equivalent plastic strain distribution in reentrant foam as result of direct impact, with initial velocity  $V_0=50\text{m/s}$ , after time  $t=30.0\text{ }\mu\text{s}$ , axial undeformed and deformed view.

**Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego**  
*Advantages and restrictions of innovative solution*

- Zalety są związane z zastosowaniem projektowania wspomaganego komputerowo:
- możliwość analizowania różnych procesów i optymalizacji rozwiązań
  - uniwersalność i wszechstronność projektowania różnych rodzajów pianek i materiałów komórkowych.

Ograniczenia uwarunkowane są zastosowaną metodą wytwarzania elementów piankowych lub materiałów komórkowych.  
Ograniczenia wynikają również z dostępnych mocy obliczeniowej sprzętu komputerowego.

Advantages are related to computer aided design:

- possibilities of analysis of different processes and different solution optimization,
- all-purpose and comprehensive design of different kind of foams and cell materials.

Restrictions are result of applied method of manufacturing of foams or cell materials and related to the available power of computer hardware.

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

- w lotnictwie:
- materiały kompozytowe o matrycach infiltrowanych polimerami lub ciekłymi metalami
  - filtry w klimatyzatorach
  - bariery akustyczne
  - wielowarstwowe panele i płyty pokryw samolotów
  - siedziska foteli pasażerów i pilotów

- w przemyśle stoczniowym, samochodowym i kolejowym:
- szok-absorbery z wypełniaczami

- w przemyśle odlewniczym:
- filtry do skutecznej filtracji oraz napełniania form w odlewniach

- in aviation:
- interpenetrating phase composites material with polymer or metal phases,
  - filters in air conditioners,
  - multilayer panels and sheets to cover aircraft,
  - passenger and pilots seat elements of aircraft

- in shipbuilding, automotive and rail industry:
- shock-absorbers with fillers

- in the foundry industry
- filters for effective filtration and filling moulds in foundries

**Oferta dla przemysłu**  
*The offer for industry*

Wygenerowanie zadanej struktury pianki lub materiału komórkowego o zadanych właściwościach w oparciu o dane zleceniodawcy według katalogu rozwiązań innowacyjnych projektu kluczowego POIG.01.01.02-00-015/08 „Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym” wydanego przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Rzeszowskiej, wydanie drugie, 2015.

Creation of the needed by the customer of the foam or cellular material structure with desired properties in accordance with the catalog of the European Regional Development Fund - Project "Modern material technologies in aerospace industry" issued by Publishing House of Rzeszow University of Technology, second edition, 2015.