

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Metaliczne materiały kompozytowe w aplikacjach lotniczych w tym materiały typu Glare Metallic composite materials in aerospace applications including material type Glare

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

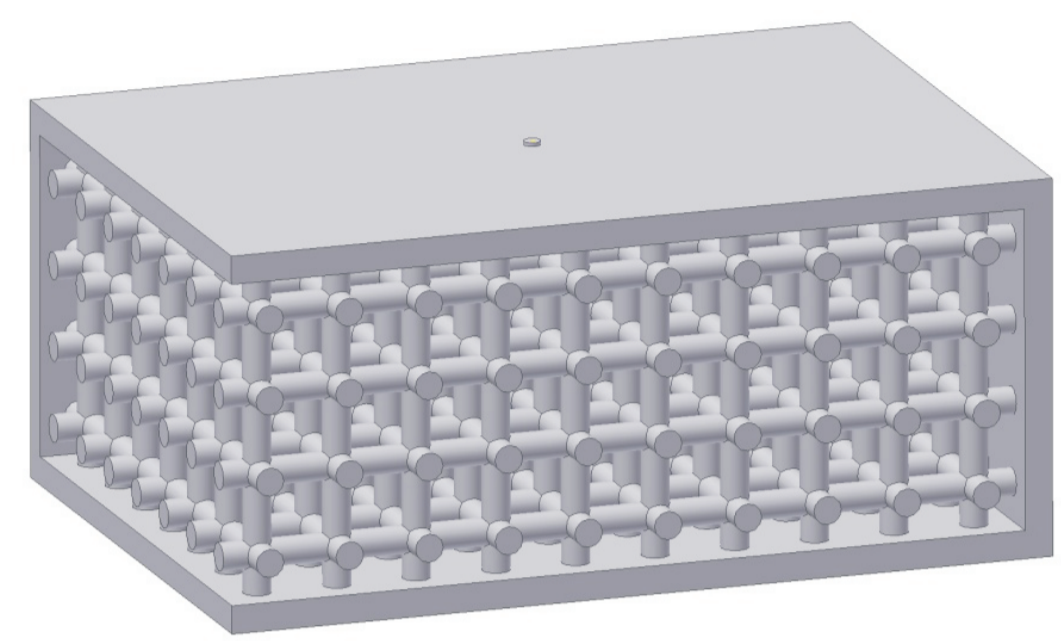
#### Wyniki badań Results

##### Wpływ kształtu komórki wewnętrznej odlewu na jego właściwości - analiza MES

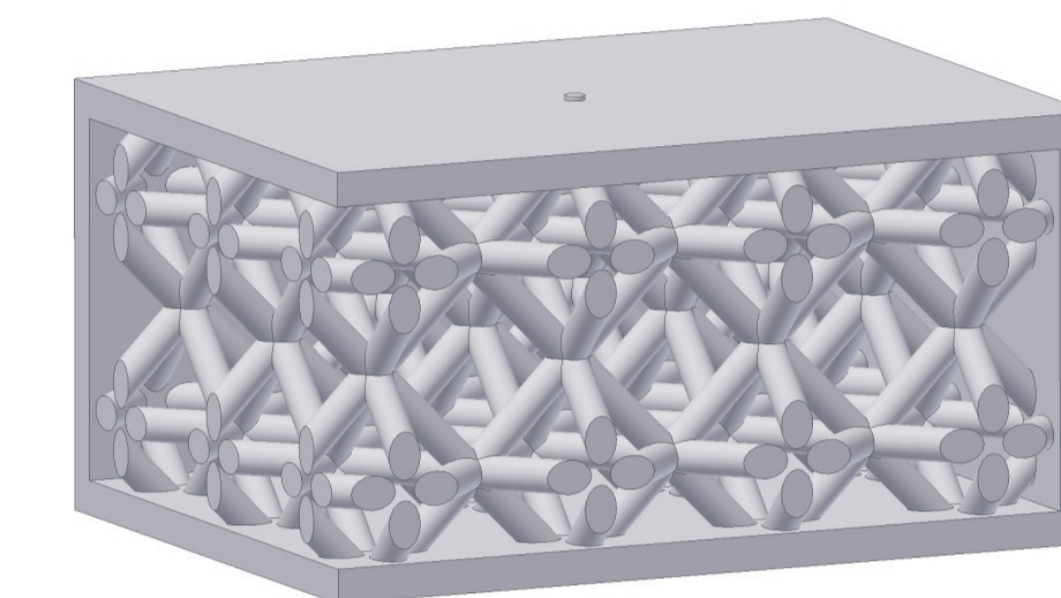
##### The influence of the shape of the inner cell casting on its properties - FEM analysis

Zależnie od kształtu komórki wewnętrznej odlewu (rys. 1,2) zmieniają się właściwości odlewu – analiza MES umożliwia dobór odpowiedniego rozwiązania (rys. 3,4).

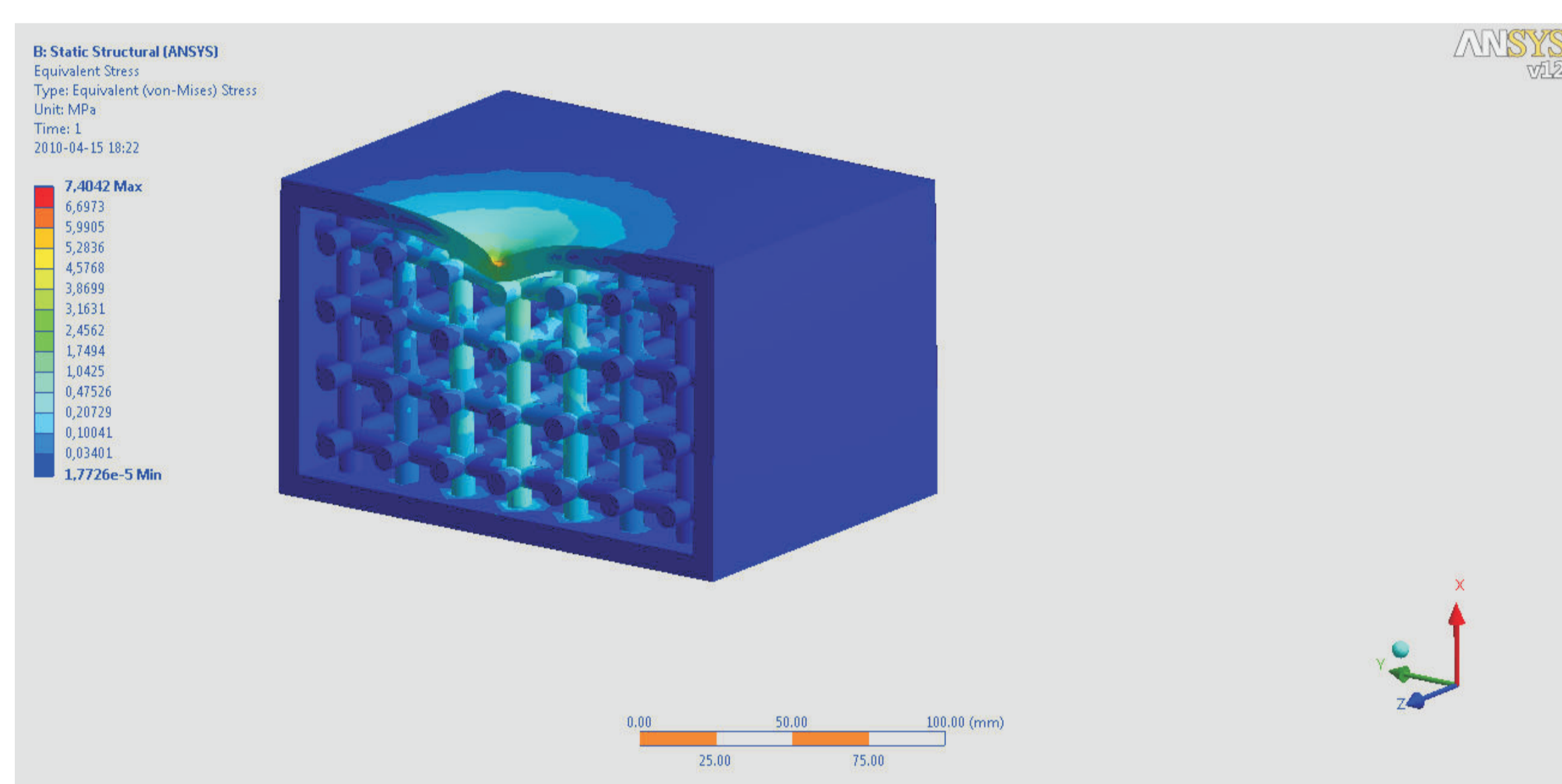
After selection of cell geometry (Figs. 1,2) the FEM modeling is performed (Figs. 3,4), showing the stress and strain distribution or thermal behavior. Depending on application, a proper solution can be selected.



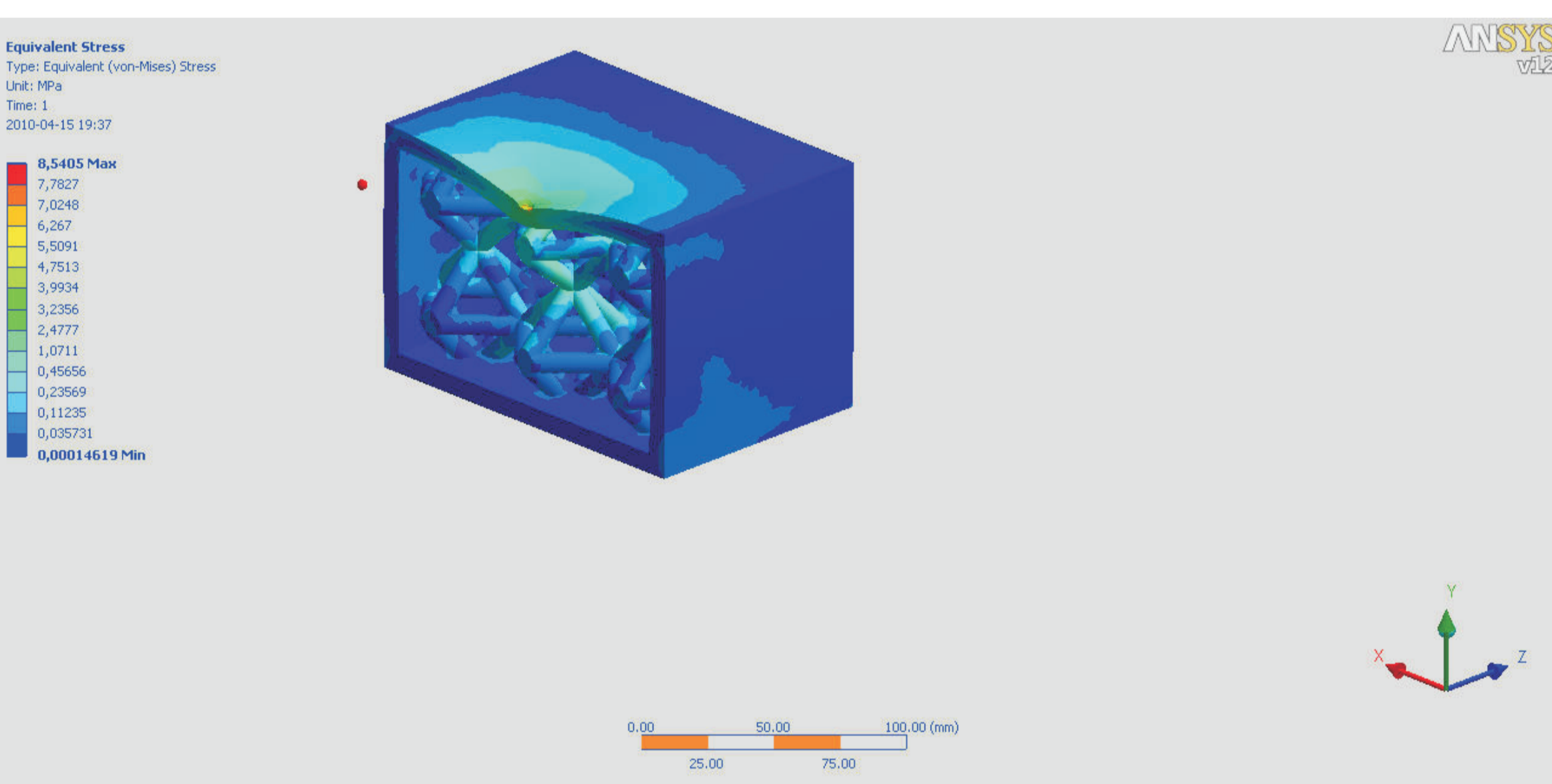
Rys. 1. Odlew szkieletowy zamknięty o komórce prostej  
Fig. 1. Closed skeleton casting with simple cell



Rys. 2. Odlew szkieletowy zamknięty ze zmodyfikowanym ułożeniem łączników  
Fig. 2. Closed skeleton casting with modified connectors



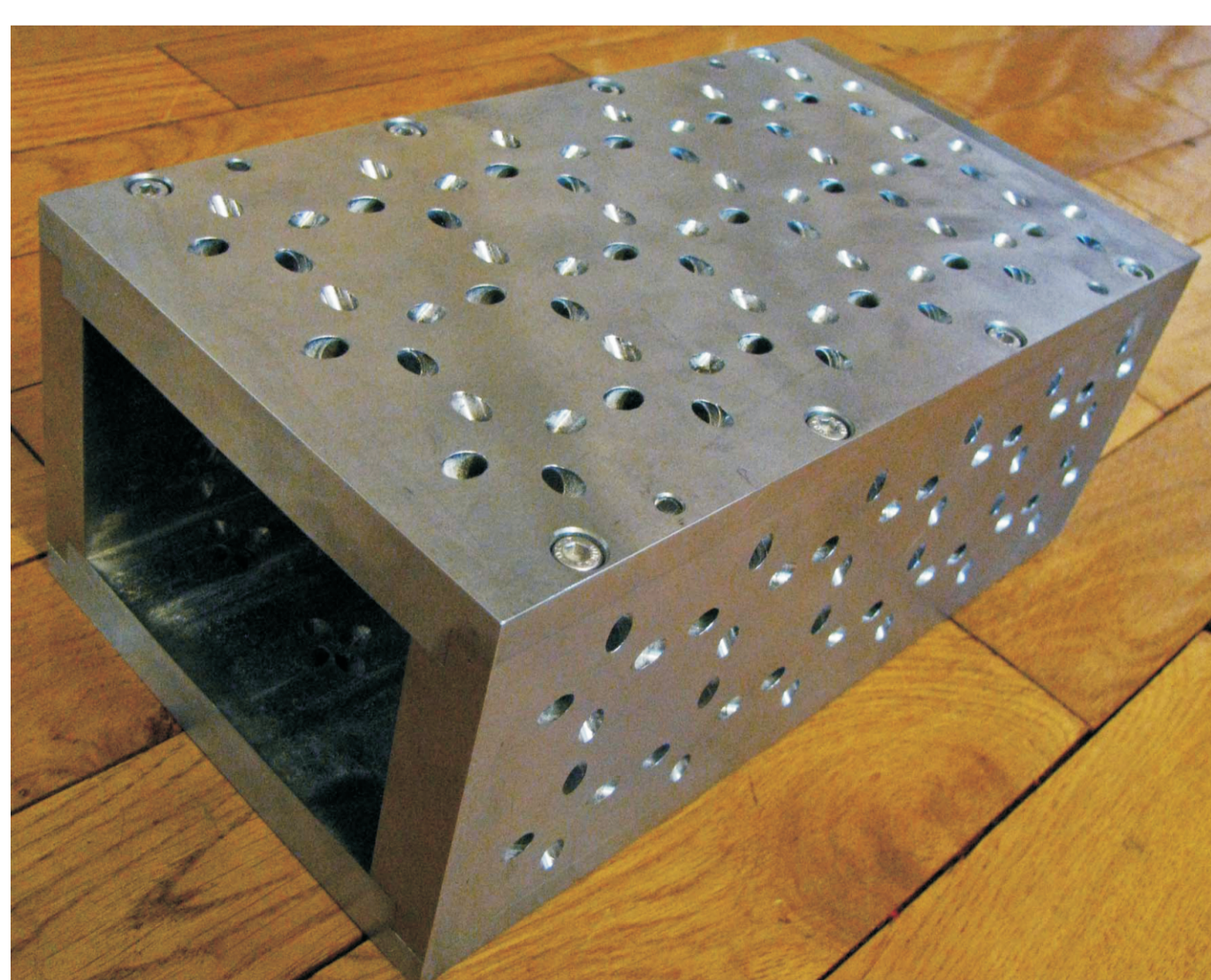
Rys. 3. Wyniki modelowania MES dla odlewu z rys. 1  
Fig. 3. Results of FEM modeling for casting in Fig. 1



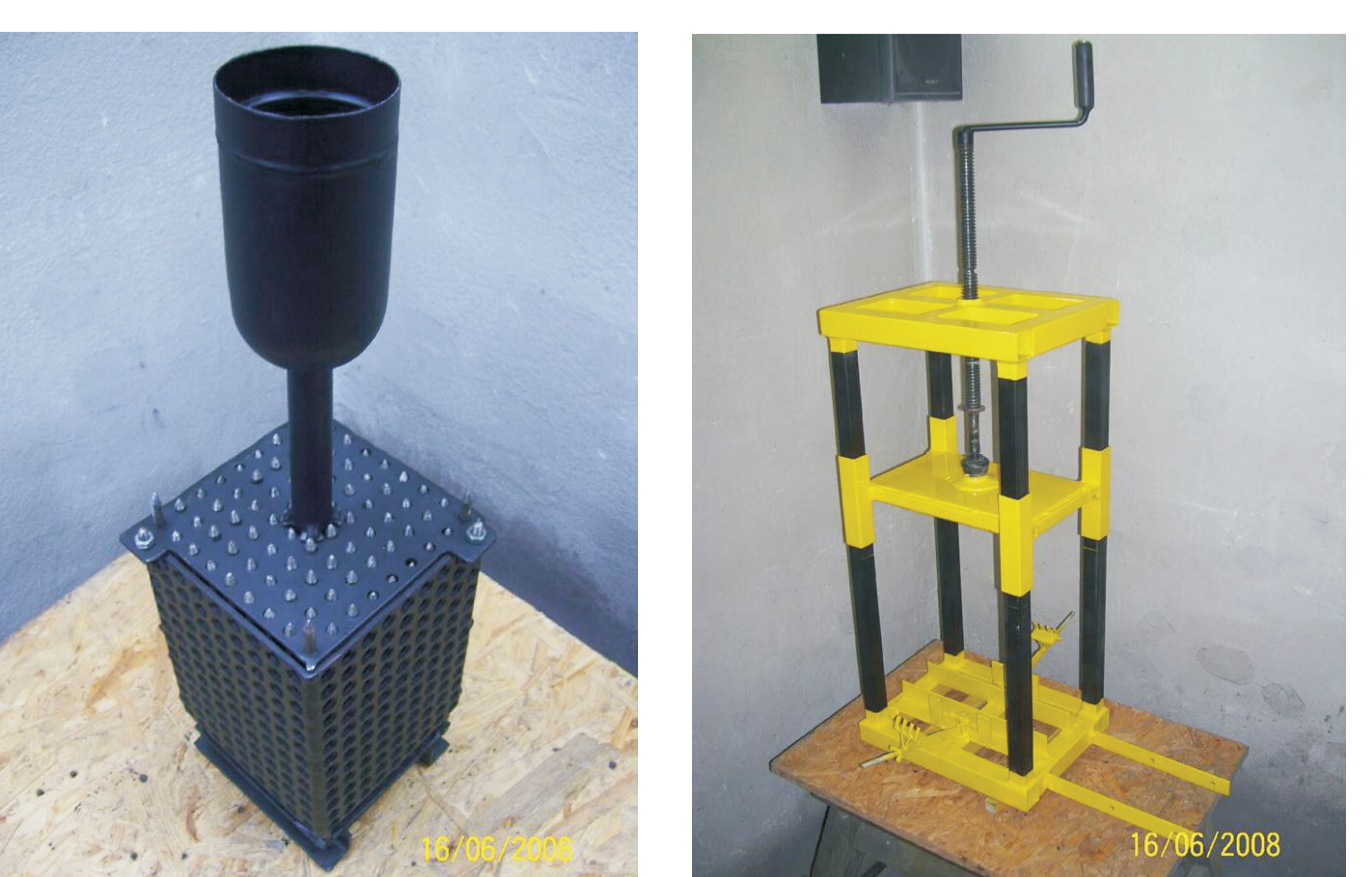
Rys. 4. Wyniki modelowania MES dla odlewu z rys. 2  
Fig. 4. Results of FEM modeling for casting in Fig. 2

Technologia wytwarzania odlewów szkieletowych opiera się głównie na odpowiednim przygotowaniu rdzenia odlewu. Może on być wykonany z wykorzystaniem różnych technik, przy użyciu specjalnych rdzennic (rys. 5-9).

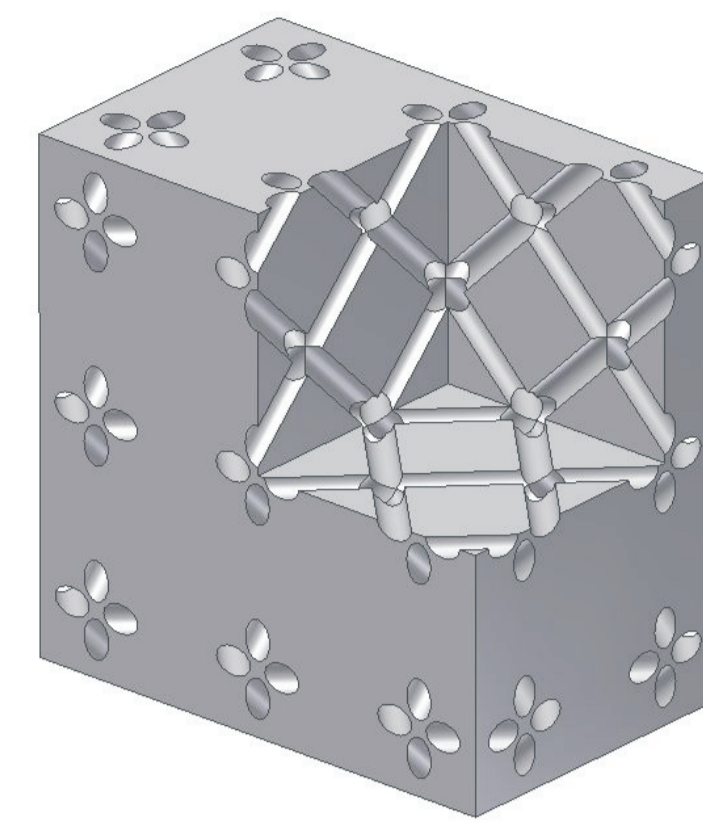
The technology of skeleton castings is mainly connected with core preparation. The core can be manufactured using different techniques, with use of special core boxes (Figs. 5-9).



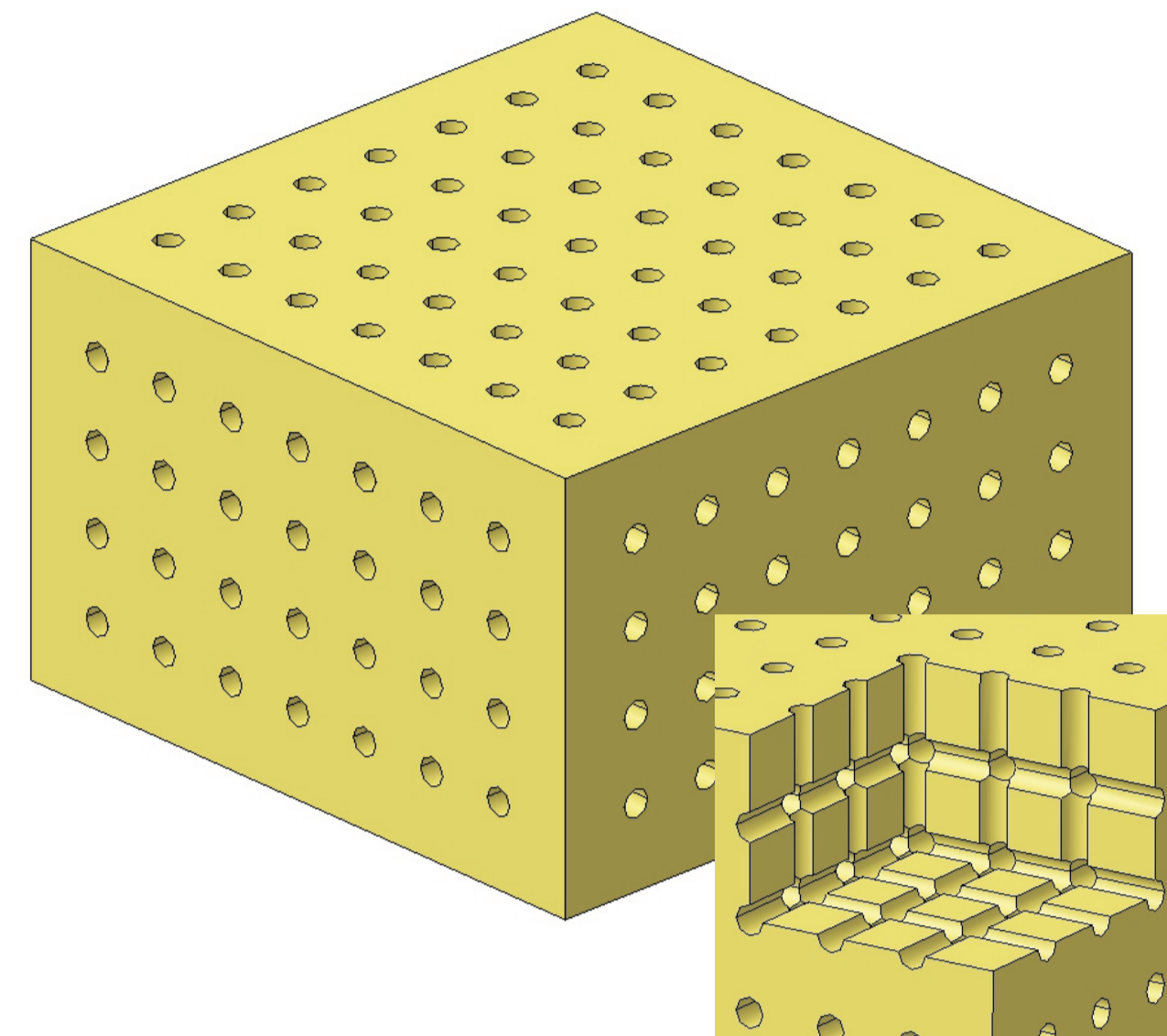
Rys. 5. Rdzennica dla łączników skośnych  
Fig. 5. Core-box for inclined connectors



Rys. 6, 7. Rdzennica dla łączników prostych (6) i prasa do wytwarzania rdzeni (7)  
Figs. 6, 7. Core-box for simple connectors (6) and press for core preparation (7)



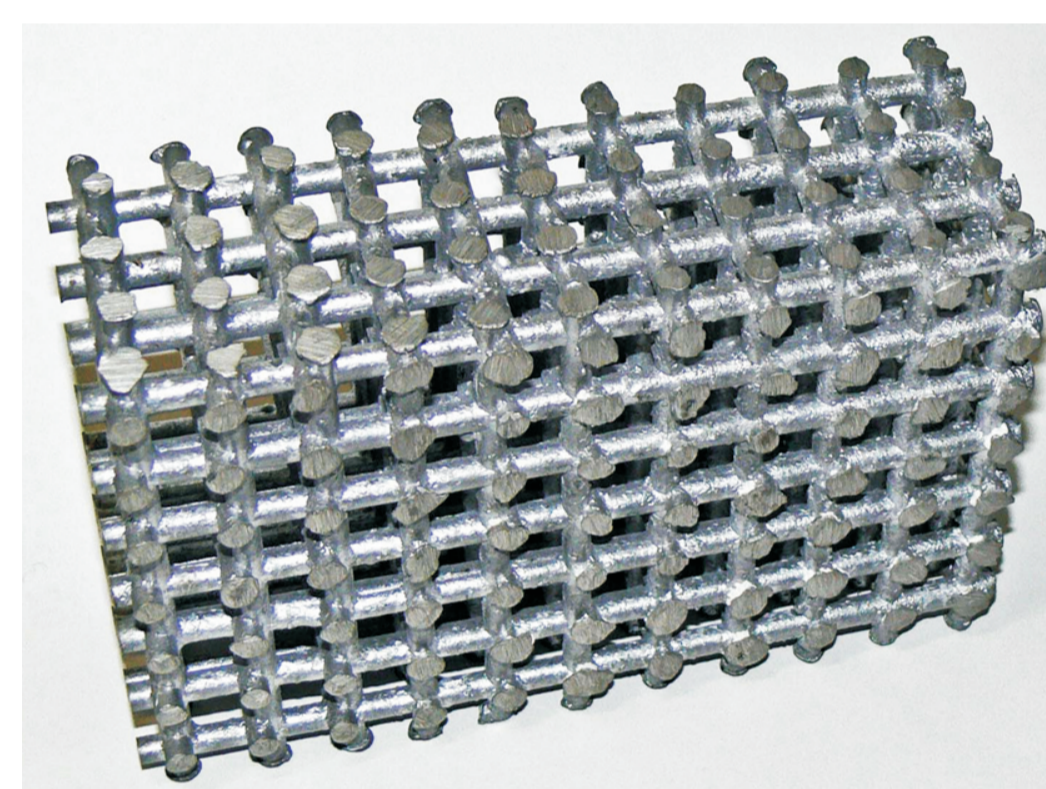
Rys. 8. Rdzeń o łącznikach skośnych  
Fig. 8. Core with inclined connectors



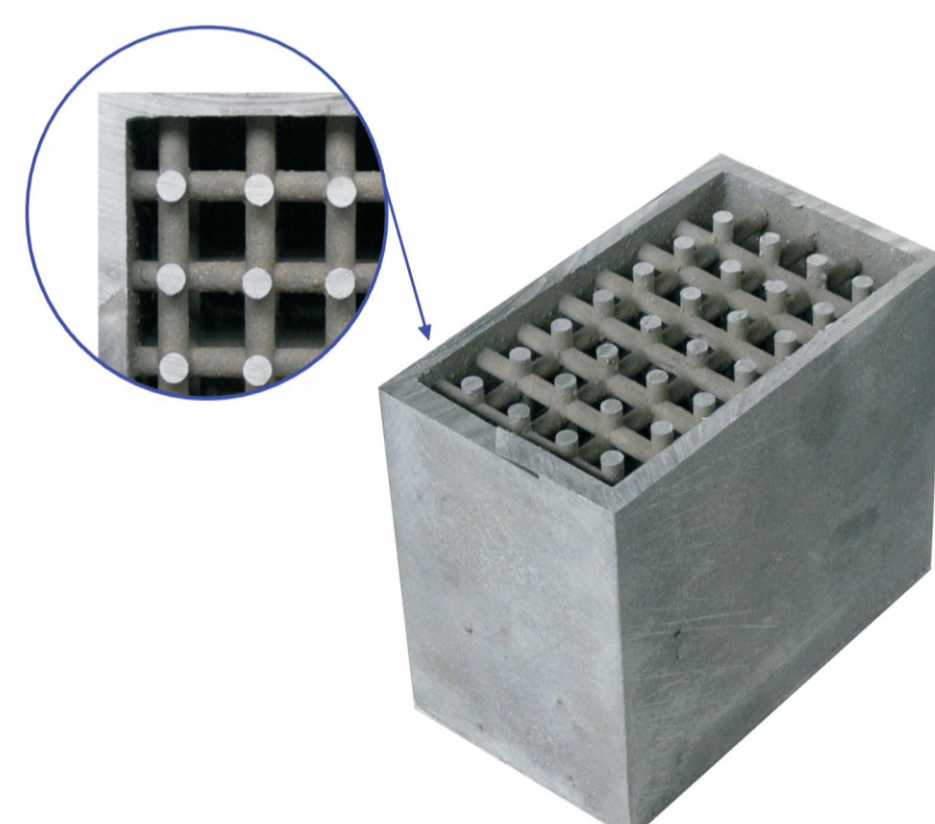
Rys. 9. Rdzeń o łącznikach prostych  
Fig. 9. Core with simple connectors

Do wytwarzania odlewów szkieletowych w wersji otwartej i zamkniętej (rys. 10,11) można wykorzystać wiele stopów odlewniczych. Badania prowadzone były dla stopów lekkich i ciężkich (na bazie Al (rys. 12) i Fe) oraz dla kompozytów umacnianych fazami międzymetalicznymi i węglowymi (rys. 13). We wszystkich przypadkach badano również wpływ obróbki cieplnej na własności odlewów.

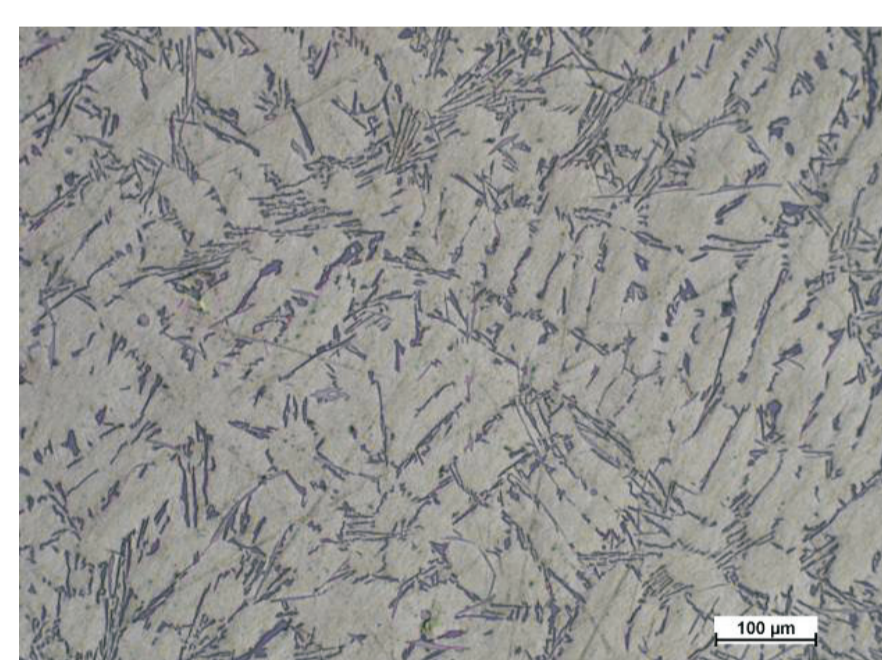
Different alloys can be used for skeleton castings manufacturing with closed and opened cells (Figs. 10,11). Studies were performed for light and heavy alloys (Al-based (Fig. 12) and Fe-based), as well as for metal matrix composites reinforced with intermetallic and carbide phases (Fig. 13). In all cases the influence of heat treatment was investigated.



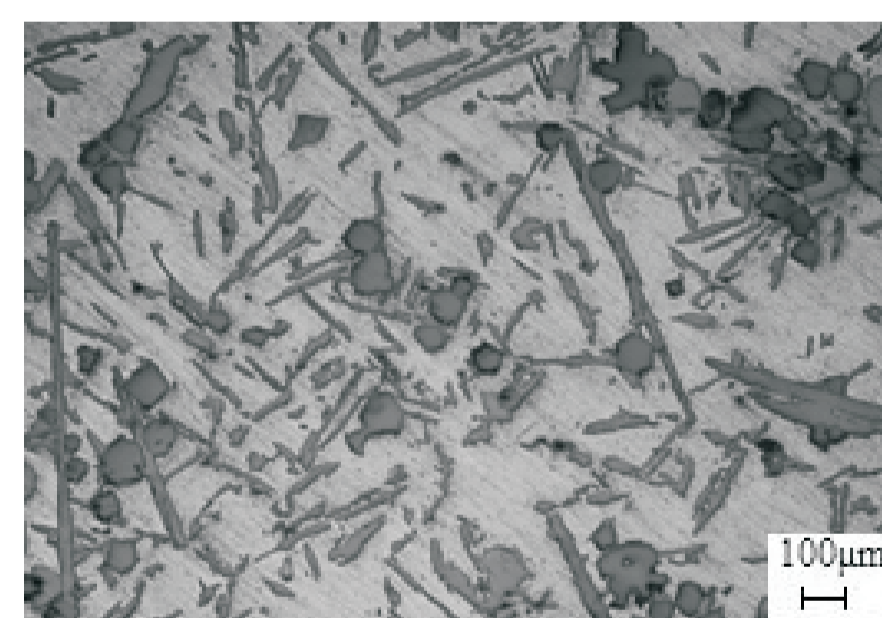
Rys. 10. Odlew szkieletowy otwarty  
Fig. 10. Open skeleton casting



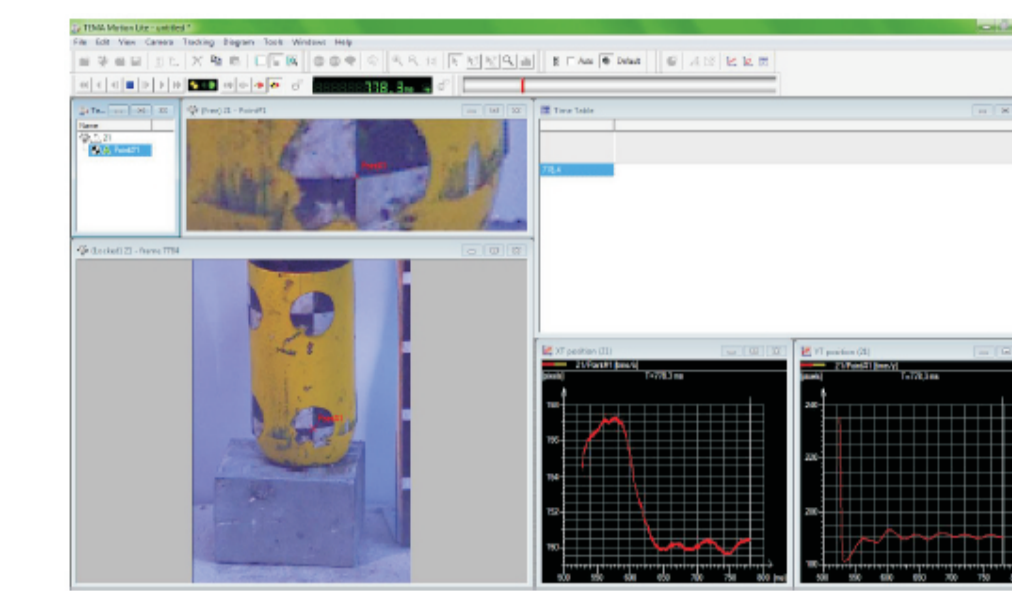
Rys. 11. Odlew szkieletowy zamknięty  
Fig. 11. Closed skeleton casting



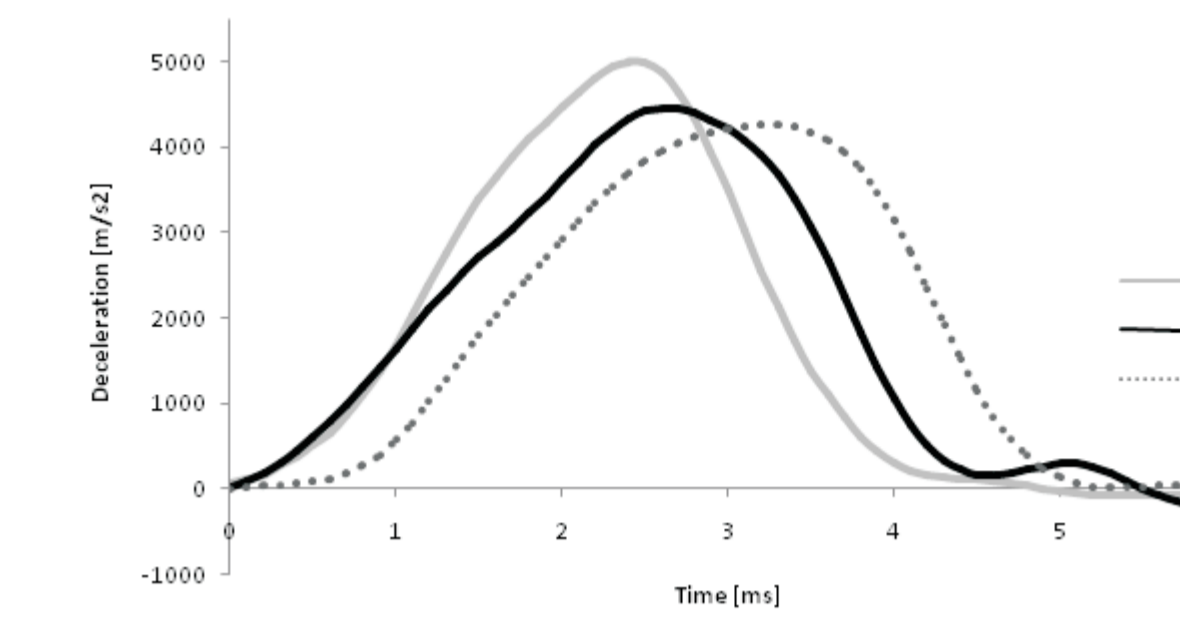
Rys. 12. Mikrostruktura odlewu szkieletowego - stop AlSi11  
Fig. 12. Skeleton casting microstructure - AlSi11 alloy



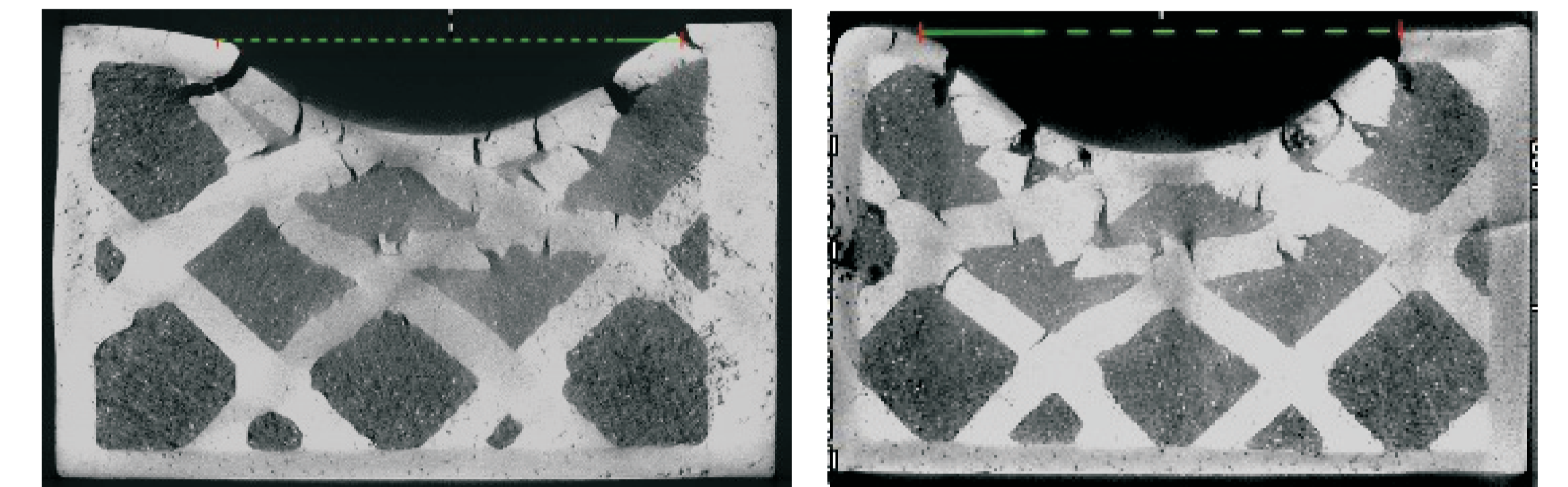
Rys. 13. Mikrostruktura odlewu szkieletowego - kompozyt AlSi11 + węgliki  
Fig. 13. Skeleton casting microstructure - AlSi11 + carbides composite



Rys. 14. Testy dynamiczne z użyciem kamery do szybkich zdjęć  
Fig. 14. Impact test with use of high-speed camera



Rys. 16. Wykres zmiany ujemnego przyspieszenia w trakcie uderzenia  
Fig. 16. Diagram of deceleration during the impact



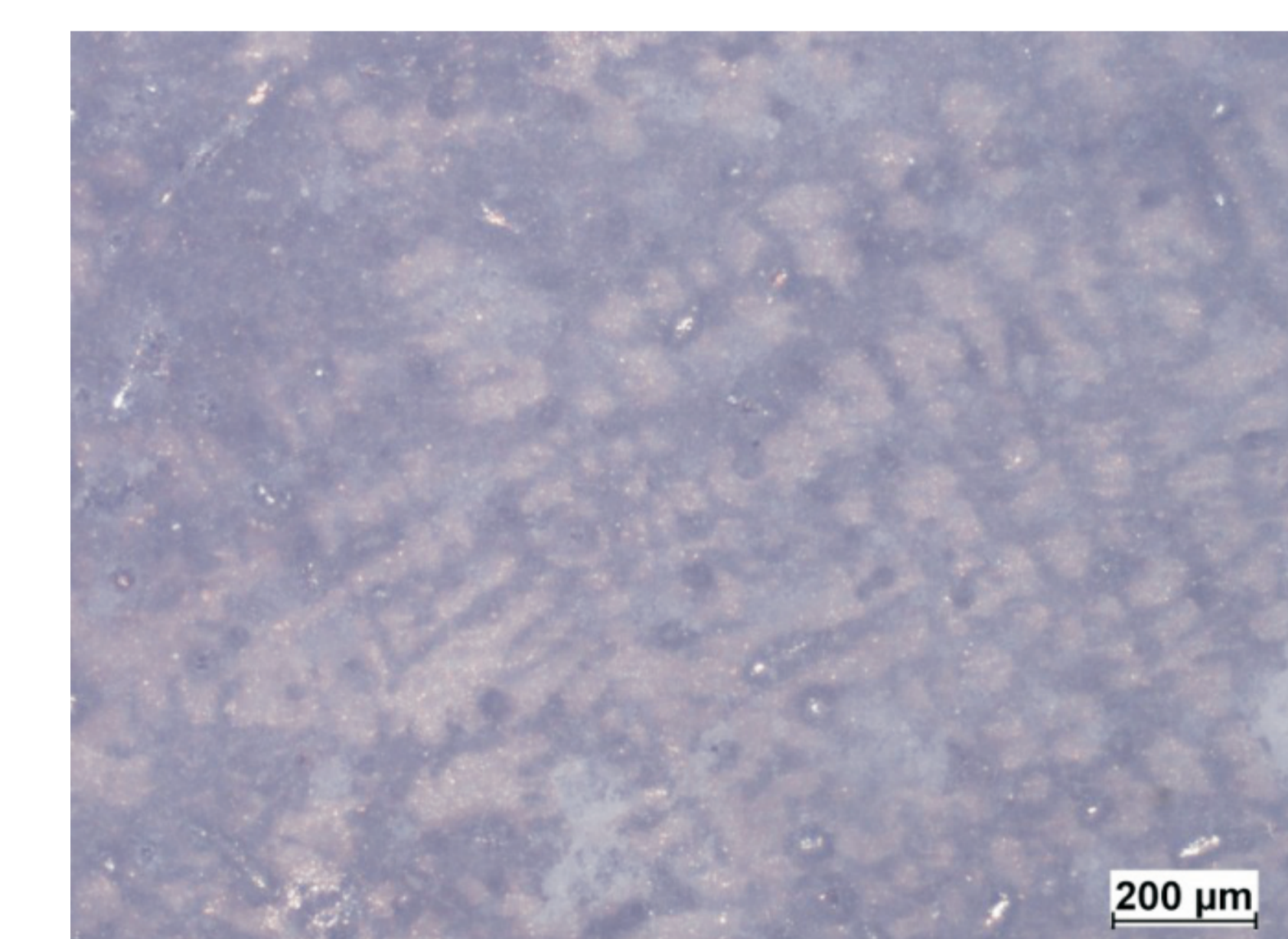
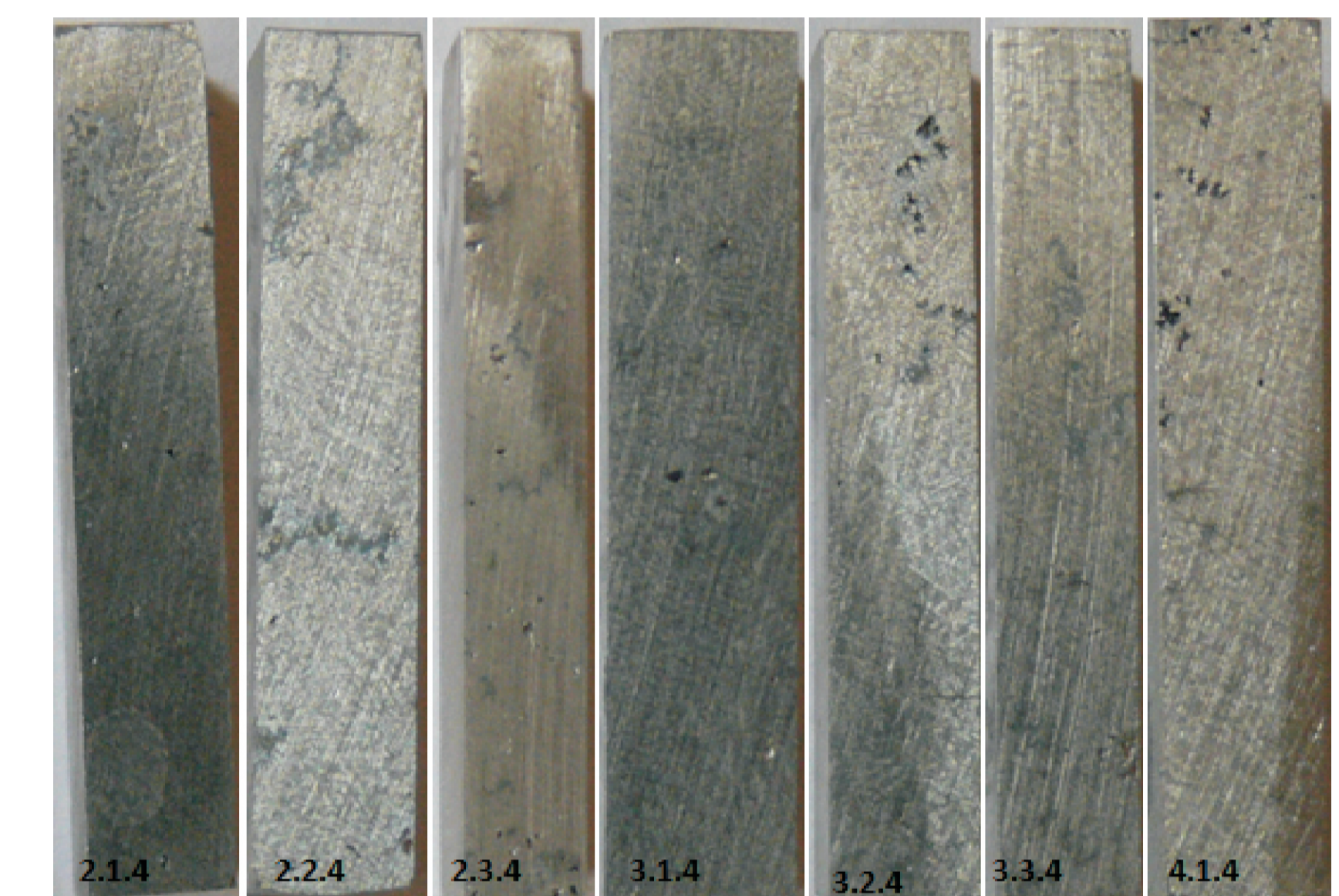
Rys. 17, 18. Odlewy szkieletowe z wypełnieniem po testach zderzeniowych o wysokiej energii  
Fig. 17, 18. Skeleton castings after high-energy impact tests

Badania trwałości odlewów obejmowały między innymi testy korozyjne w środowisku utleniającym oraz przy wysokim stężeniu jonów Cl. Badania te prowadzono dla odlewów wykonanych ze stopów aluminium oraz dla kompozytów umacnianych fazami międzymetalicznymi. Wyniki testów przyspieszonych prowadzonych w krótkim i długim okresie (odpowiednio 500 i 8350 godzin) wykazały bardzo dobrą odporność kompozytów na działanie zastosowanego środowiska. Była ona równa lub wyższa odporności stopów osnowy (rys. 19,20).

The operational studies included the corrosion test of materials used for skeleton castings manufacturing. The corrosive agents applied were the oxidizing and chloride environment. The tests were performed for Al-based alloys and metal matrix composites reinforced with intermetallic phases. Results of accelerated tests performed in short and long periods (500 and 8350 hours, respectively) have shown that metal matrix composites have comparable or better resistance to such environments, than the matrix alloys applied (Figs. 19,20).

Rys. 19. Stan powierzchni próbek po testach korozyjnych

Fig. 19. State of the surface for specimens after corrosion test



Rys. 20. Stan powierzchni kompozytu AlSi11 + f. m. po testach korozyjnych  
Fig. 20. State of the surface for AlSi11 + f. m. after corrosion test

#### Wyniki badań Results

Badania odlewów szkieletowych prowadzono w szerokim zakresie: od procesu krystalizacji i charakterystyki mikrostruktury do badań własności mechanicznych w próbach statycznych i dynamicznych (rys. 14-18). W trakcie badań dynamicznych odlewy szkieletowe wykazały wysoką zdolność do pochłaniania energii (rys. 16).

The castings were tested in a wide range: from crystallization analysis and microstructural characterization to operating studies concerning static and dynamic mechanical testing (Figs. 14-18). During the dynamic testing the castings have shown good energy absorption (Fig. 16).



Rys. 15. Odlewy szkieletowe z wypełnieniem po testach zderzeniowych  
Fig. 15. Filled skeleton castings after impact tests

#### Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

##### Referaty:

- 11th International Symposium of Croatian Metallurgical Society „Materials and Metallurgy”, poster, od 21.06.2014 do 27.06.2014.
- Kompozyty 2014 XVIII „Teoria i Praktyka”: Wpływ procesu wyciskania na właściwości mechaniczne kompozytu na bazie aluminium przeznaczonego do przeróbki plastycznej, prezentacja, kwiecień 2014
- Kompozyty 2014 XVIII „Teoria i Praktyka”: Wpływ struktury kompozytu hybrydowego na jego właściwości tribologiczne, prezentacja, kwiecień 2014
- Posmyk A., Myalski J., Hekner B.: Glassy carbon coating deposited on hybrid structure of composite materials. 41st Anniversary of The International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF 2014)
- Posmyk A., Myalski J., Hekner B.: Composite coatings with ceramic matrix including nanomaterials as solid lubricants for oil-less automotive applications. 41st Anniversary of The International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF 2014)

##### Publikacje:

- Wieczorek J.: Tribological properties and wear model of MMCp designed for metal forming, Metalurgia przyjęty do druku
- Myalski J., Plachta A., Wieczorek J.: The influence of extrusion on the mechanical properties of the aluminum-based composite designed to for plastic working. Solid State Phenomena Vol. ..., Light Metal and their Alloys ... w druku
- Myalski J., Wieczorek J., Plachta A.: The effect of metal forming direction on the tribological properties of MMCp composites. Solid State Phenomena ... w druku.
- Posmyk A., Myalski J.: Influence of hybrid composite's structure on its tribological properties, Composites, nr 1 2014, s.18-23