

# Projekt kluczowy

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

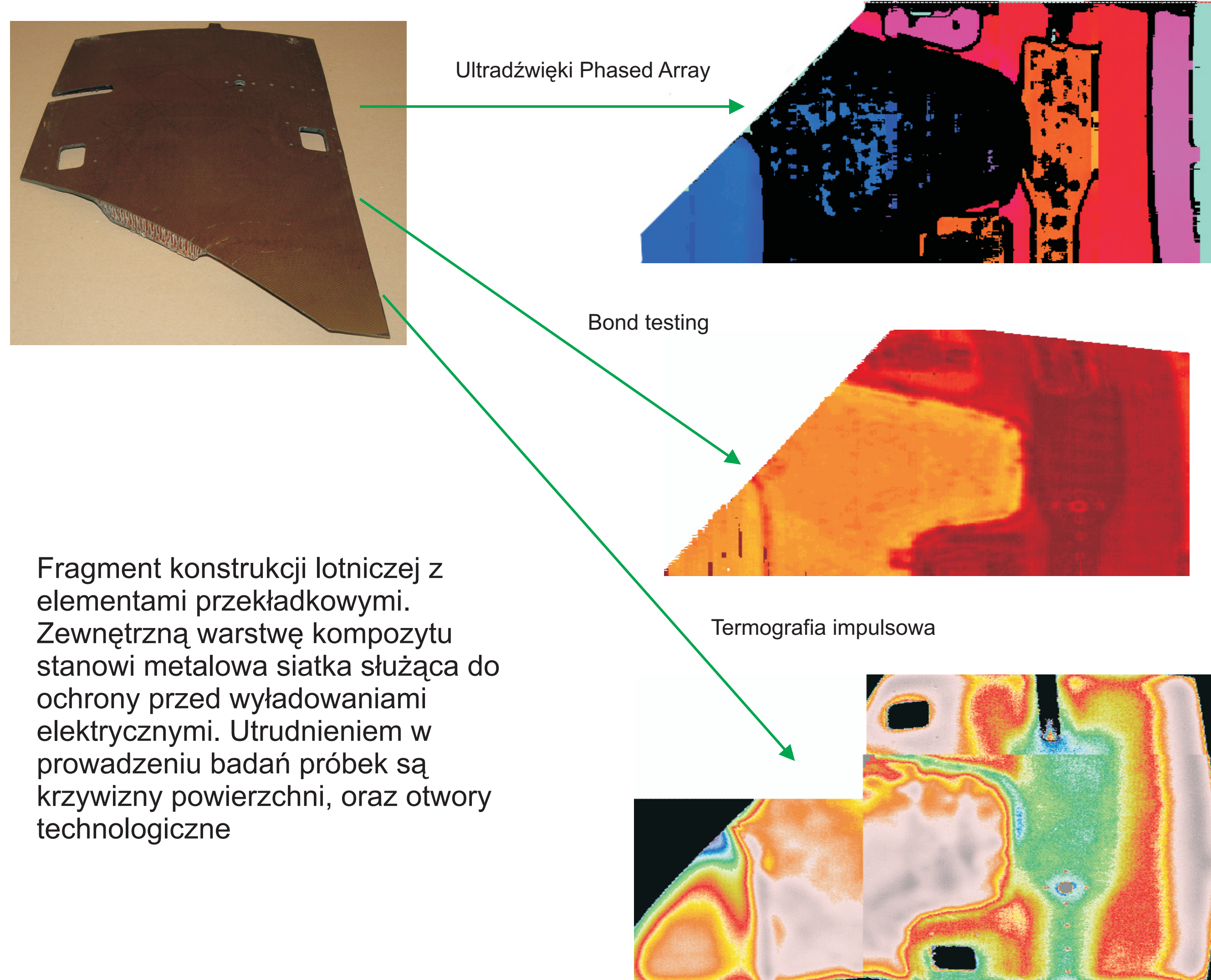
## Metaliczne materiały kompozytowe w aplikacjach lotniczych w tym materiały typu Glare

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

### Wyniki badań

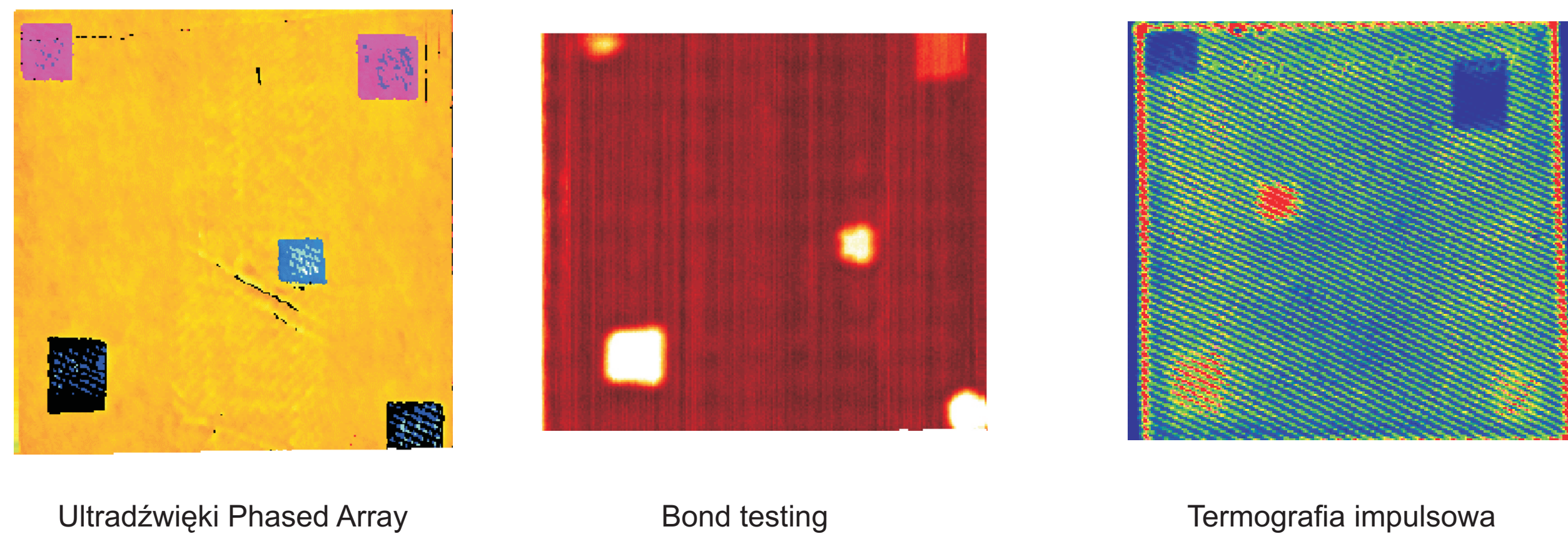
#### Badania metodami nieniszczącymi lotniczych struktur kompozytowych

Przykładowe wyniki badań nieniszczących



Fragment konstrukcji lotniczej z elementami przekładkowymi. Zewnętrzną warstwę kompozytu stanowi metalowa siatka służąca do ochrony przed wyladowaniami elektrycznymi. Utrudnieniem w prowadzeniu badań próbek są krzywizny powierzchni, oraz otwory technologiczne

Przykłady uszkodzeń w postaci wtrąceń ciał obcych w strukturze kompozytowej



Z pomocą użytych metod możliwe jest wykrywanie:

- Rozwarstwień
- Odklejeń
- Wtrąceń ciał obcych
- Porowatości

### Przykłady zastosowania w lotnictwie

Zastosowane metody i urządzenia:

- MAUS V (Boeing)
- Ultradźwięki, głowica jednoprzetwornikowa
- Ultradźwięki głowica Phased Array 128
- Rezonans
- Echo Therm (Thermal Wave Imaging)
- Termografia impulsowa



### Wnioski

- Określono problematyczne i krytyczne rodzaje uszkodzeń dla laminatów typu FML zarówno węglowych jak i szklanych;
- Przygotowano próbki z wybranymi rodzajami uszkodzeń;
- Wykonano diagnostykę próbek badaniami nieniszczącymi z wykorzystaniem nowoczesnych systemów badawczych metodami:
  - Termografii impulsowej;
  - Bond Testing;
  - Metodą Ultradźwiękową
- Określono możliwości diagnostyczne poszczególnych technik badawczych do wykrywania wybranych typów uszkodzeń kompozytów włóknistych;
- Porównano wyniki uzyskane poszczególnymi metodami.

### Wyniki badań

#### Nowe materiały i technologie na elementy struktur lotniczych – poszycia, łopaty śmigłowca i inne

Wykorzystanie kompozytów metalowych oraz ceramiczno metalowych na elementy lotnicze

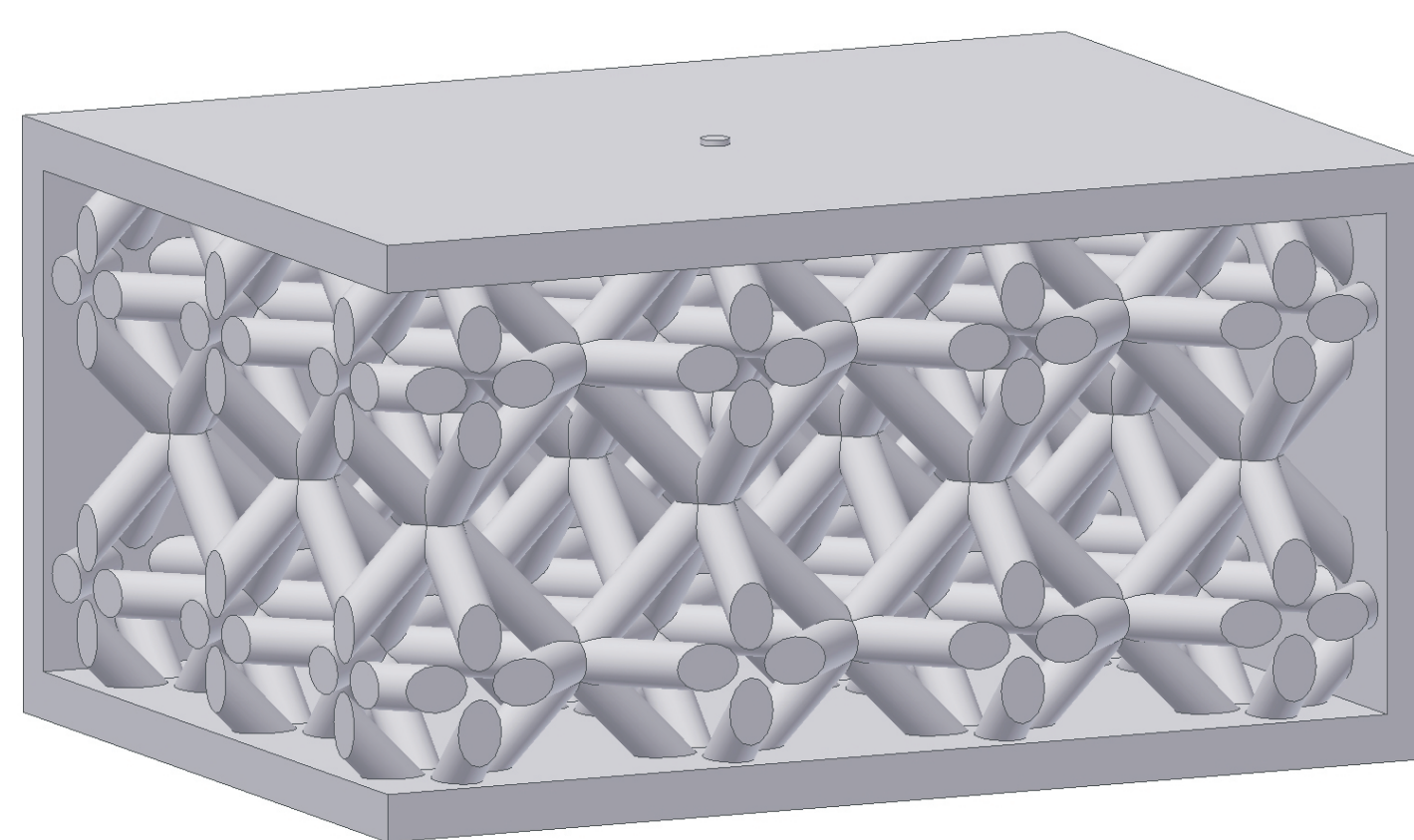
##### ODLEWY SZKIELETOWE;

##### zakres przeprowadzonych badań:

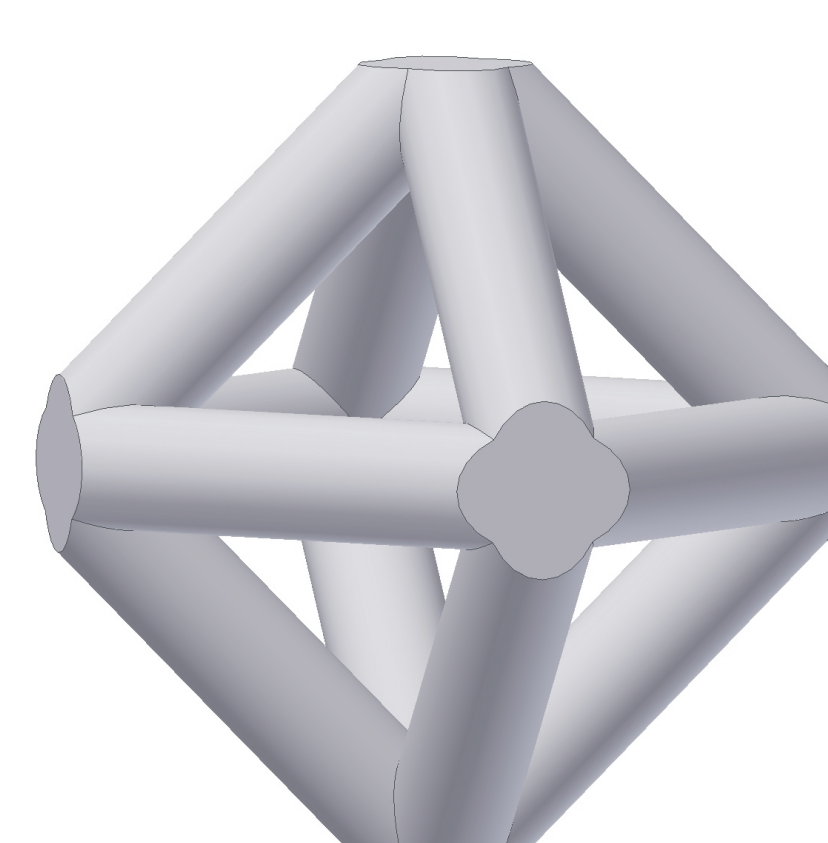
1. Wykonano mechaniczne analizy symulacyjne związane z doбором geometrii komórek elementarnych zamkniętego odlewu szkieletowego obciążonego skupioną siłą.
2. Wykonano stanowisko badawcze do wytwarzania odlewów szkieletowych. Głównymi elementami stanowiska są: urządzenie do wykonywania rdzeni, rdzennice, urządzenie do termicznej analizy derywacyjno-gradientowej (8 kanałowe) do kontroli procesu krystalizacji.

##### Uzyskane wyniki:

Opis mechaniki pracy zamkniętego odlewu szkieletowego obciążonego siłą skupioną

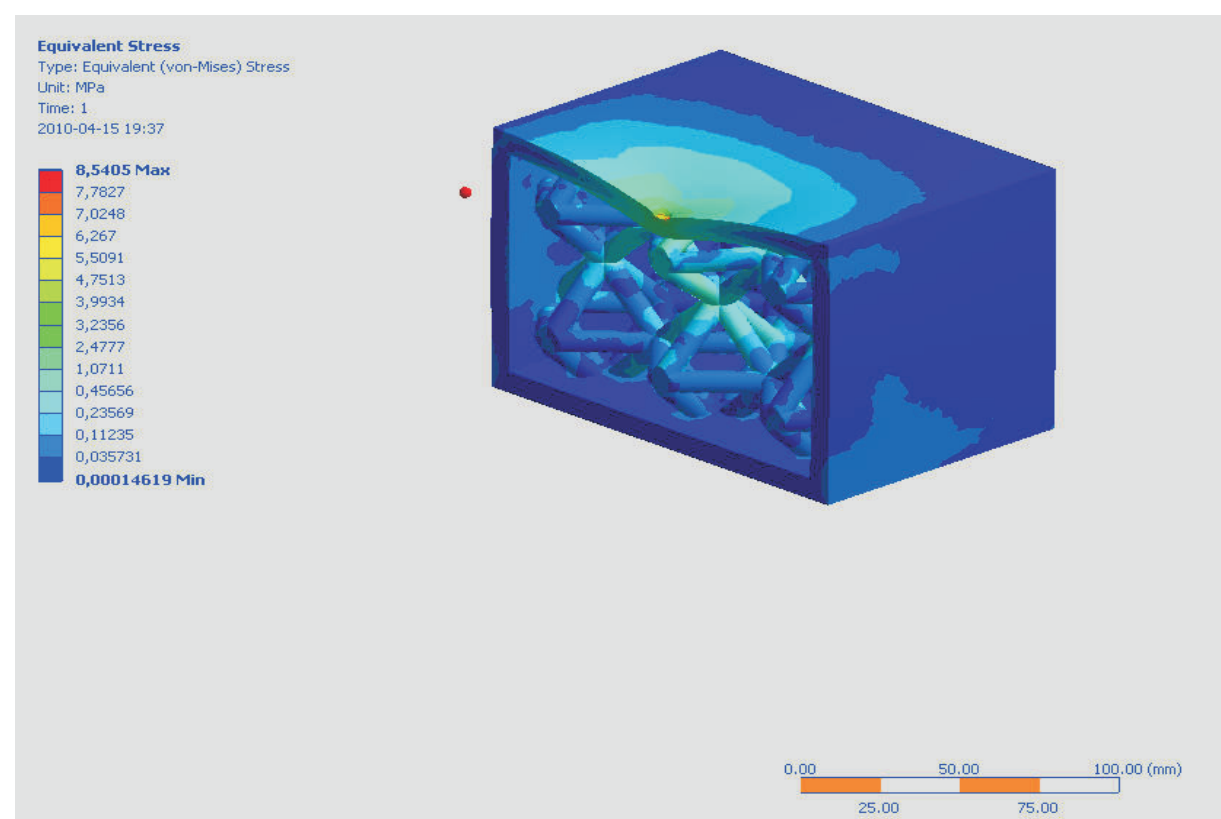


Rys. 1. Model odlewu szkieletowego z pojedynczą komórką w formie ośmiościanu foremnego

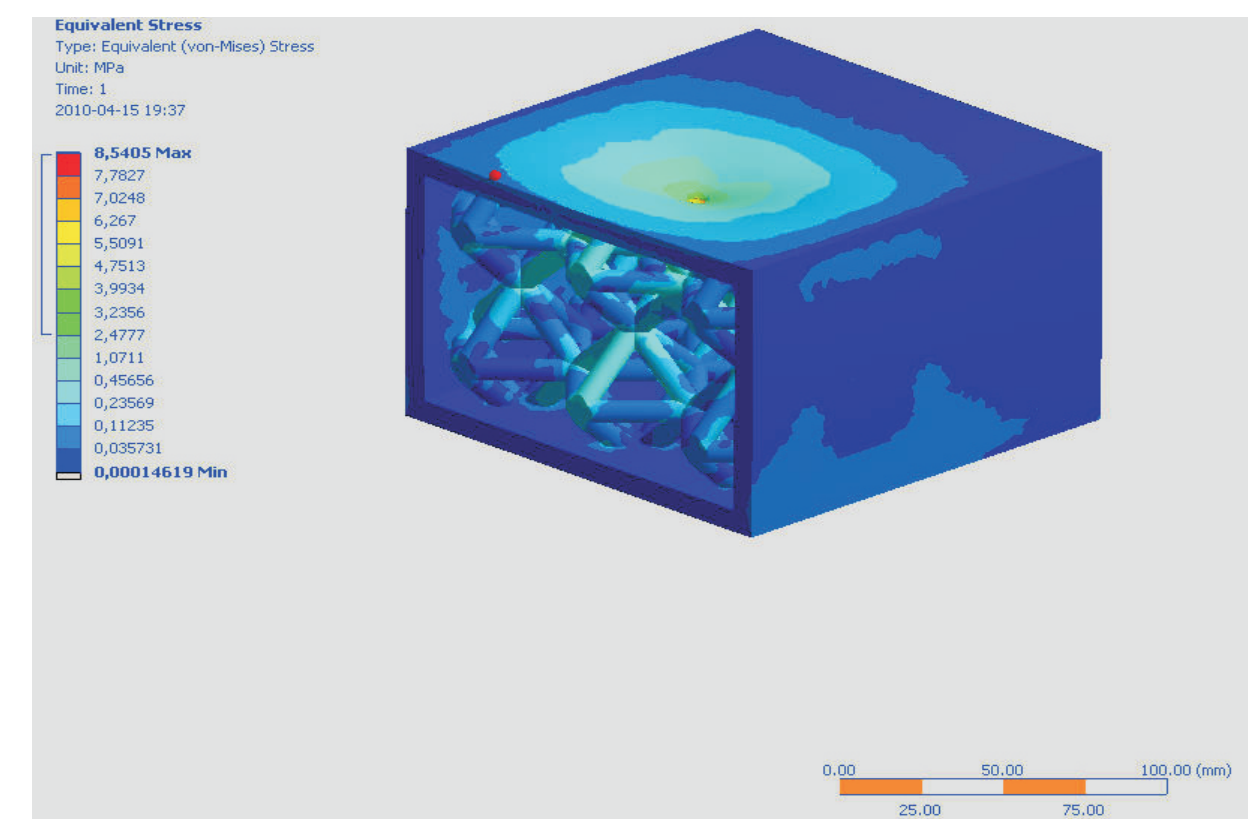


Rys.2. Model pojedynczej komórki szkieletu. Płaszczyzny osiowe ścian zamykających są wyznaczone geometrycznymi środkami węzłów komórek szkieletu

Na rysunkach 3 – 4 przedstawiono wyniki wstępnej analizy naprężeń dla predestynowanych geometrii modelu odlewu szkieletowego. Głównym założeniem było mechaniczne związanie największej, możliwej liczby łączników w celu przenoszenia naprężeń. Dzięki temu uzyskać można maksymalne możliwe rozproszenie energii w objętości konstrukcji. Konieczne jest ponadto zminimalizowanie możliwości wystąpienia zjawiska wyboczenia, które, które jest charakterystyczne dla materiałów komórkowych.

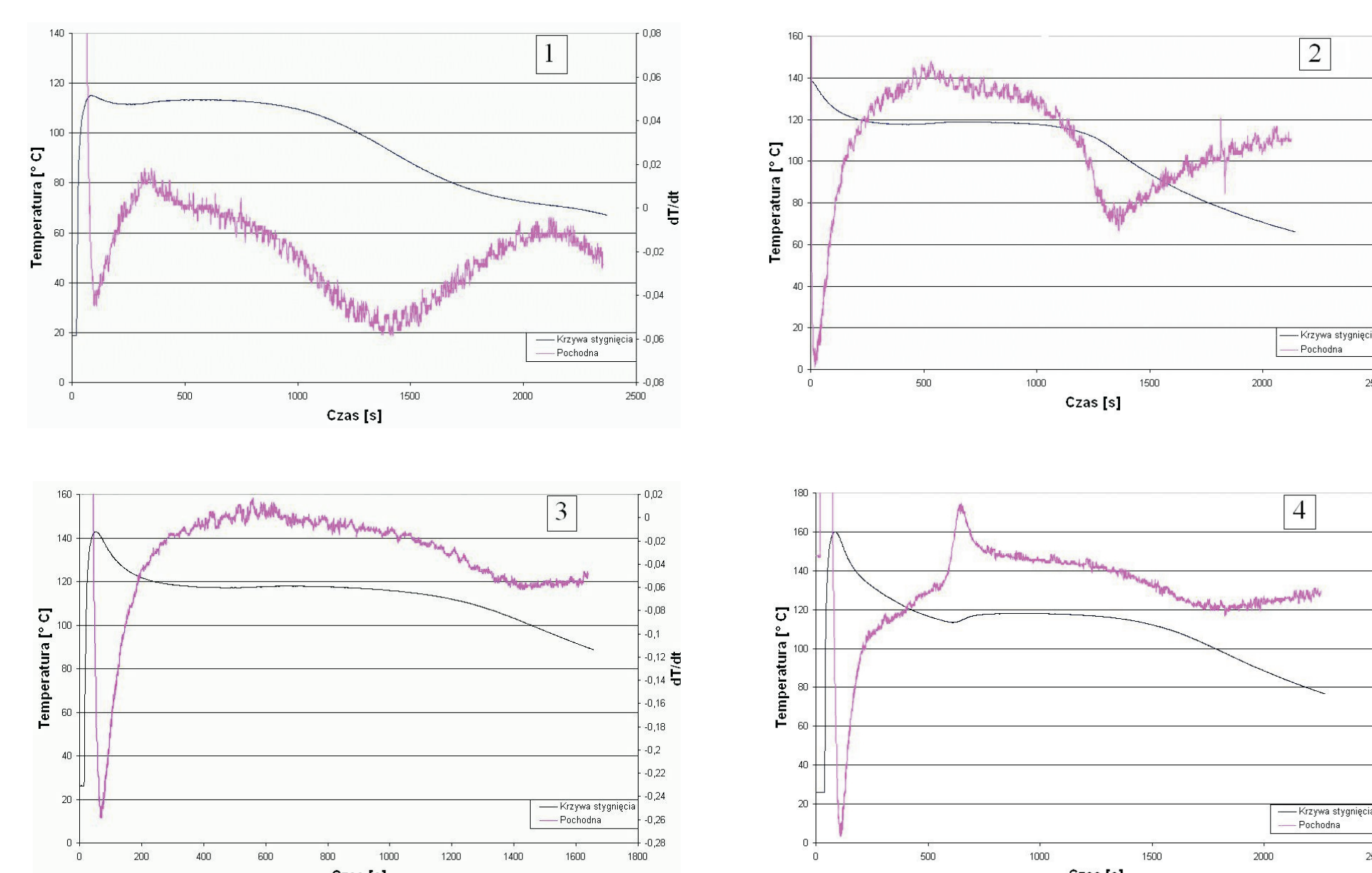


Rys.3. Rozkład naprężenia zastępczego dla modelu komórki elementarnej o łącznikach tworzących ośmiościan foremny Symetria 3D (Przekrój osiowy)

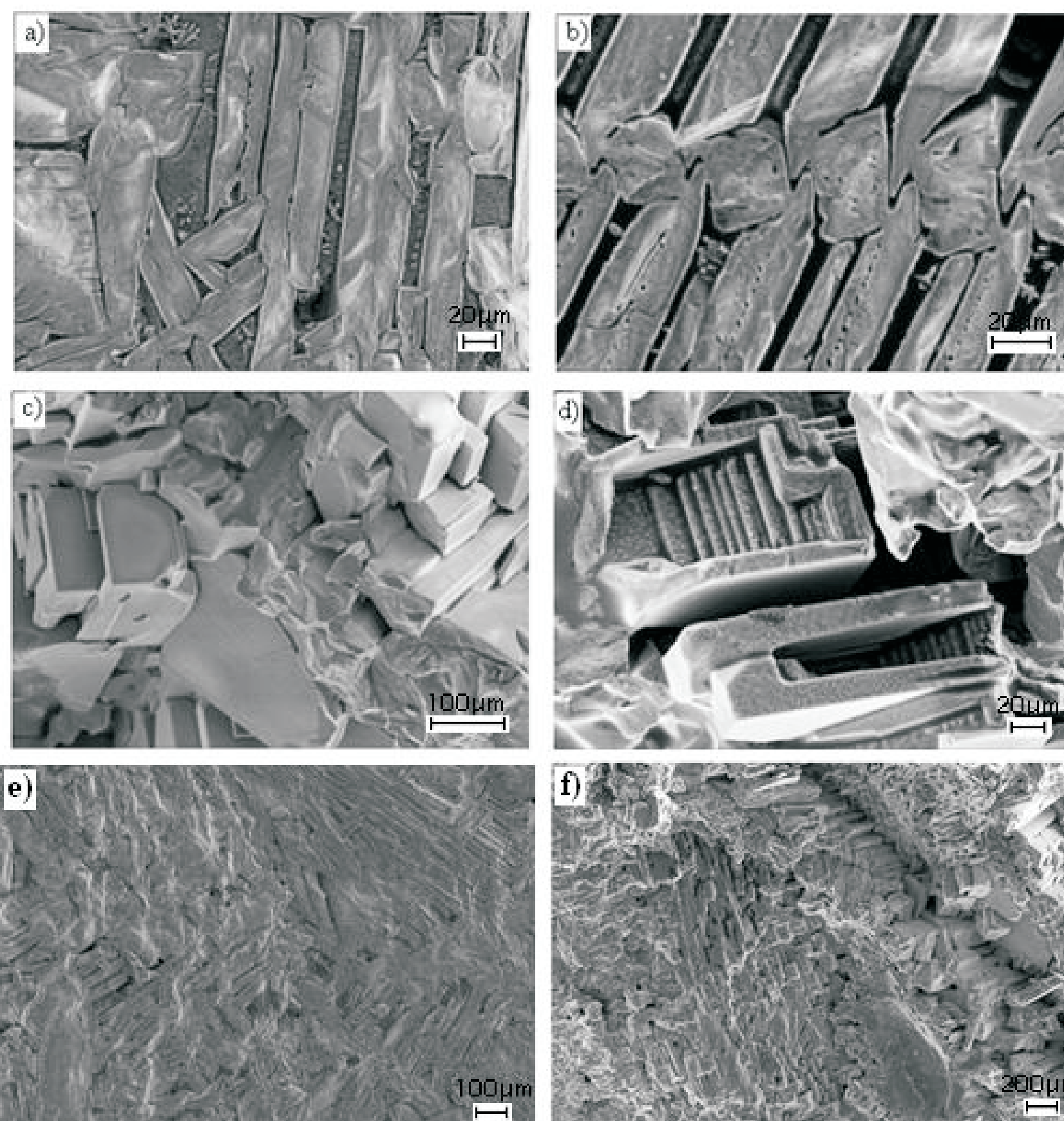


Rys.4. Rozkład naprężenia zastępczego dla modelu komórki elementarnej o łącznikach tworzących ośmiościan foremny Symetria 3D (Przekrój poosiowy)

#### Parametry wytwarzania i własności odlewów szkieletowych z polimerowym wypełnieniem siarkowym

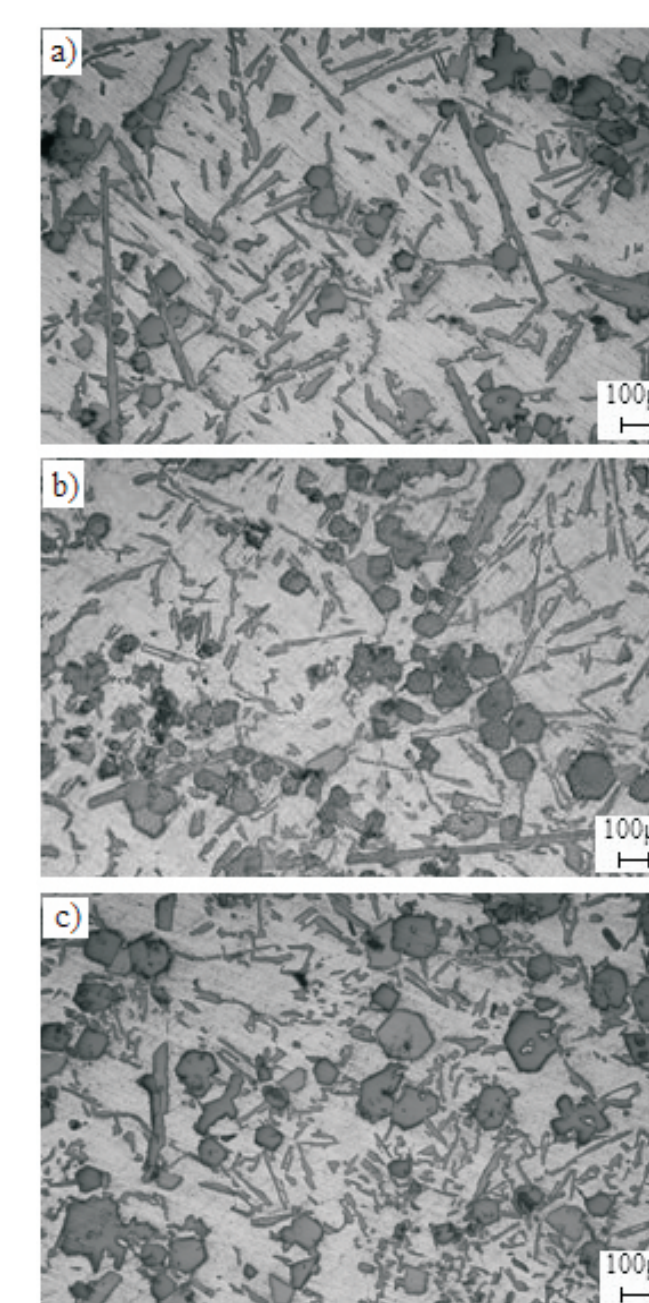


Rys. 5. Wykresy krzywej stygnięcia i pochodnej siarki modyfikowanej: 1 – modyfikator organiczny 1 (próba 1), 2 – modyfikator organiczny 1 (próba 2), 3- modyfikator organiczny 2 (próba 1), 4 – modyfikator organiczny 2 (próba 2)

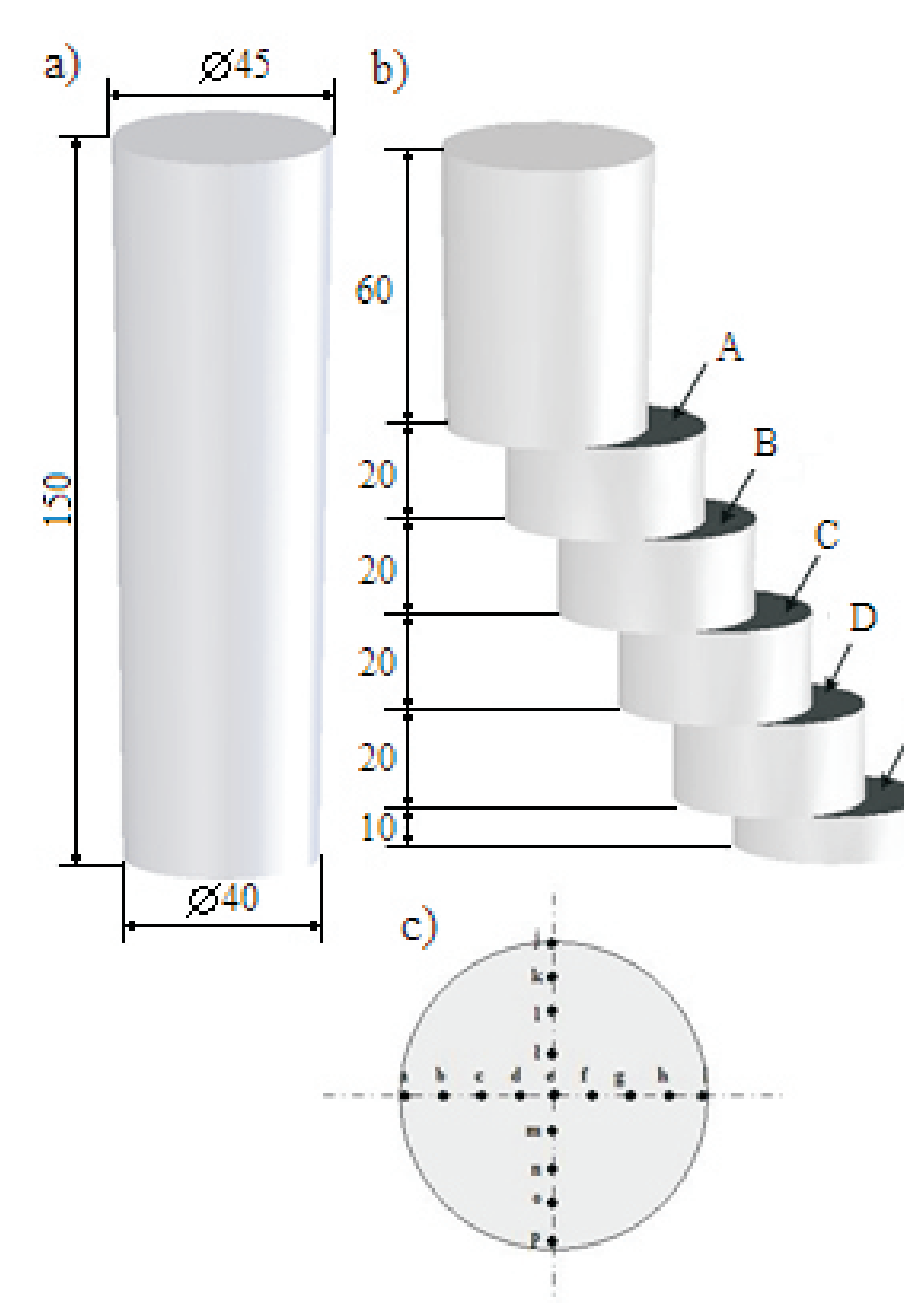


Rys. 6. Mikrografie siarki modyfikowanej: a) modyfikator organiczny 1 – tem. zalewania 145°C, pow. 1000x, b) modyfikator organiczny 1 – tem. zalewania 145°C, pow. 2000x, c) modyfikator organiczny 2 – tem. zalewania 145°C, pow. 500x, d) modyfikator organiczny 2 – tem. zalewania 145°C, pow. 1200x, e) modyfikator organiczny 1 – tem. zalewania 145°C, pow.200x, f) modyfikator organiczny 2 – tem. zalewania 145°C, pow. 100x

#### Technologiczne i użytkowe własności kompozytów AISi-CrFeC<sub>p</sub> przeznaczonych na materiał odlewów szkieletowych



Rys. 7. Mikrografie otrzymanych mikrostruktur odlewów kompozytowych AISi12Cu2Fe/CrFe36C9 o różnej wielkości cząstek: a) 100µm b) 200µm, c) 315µm (szare obszary – osnowa, ciemne wielokątne obszary – cząstki, podłużne iglaste obszary – krzem)



Rys. 8. Wymiary próbnych odlewów kompozytowych b) powierzchnie zglądów z analizowanymi obszarami, c) punkty pomiarowe na kolejnych przekrojach

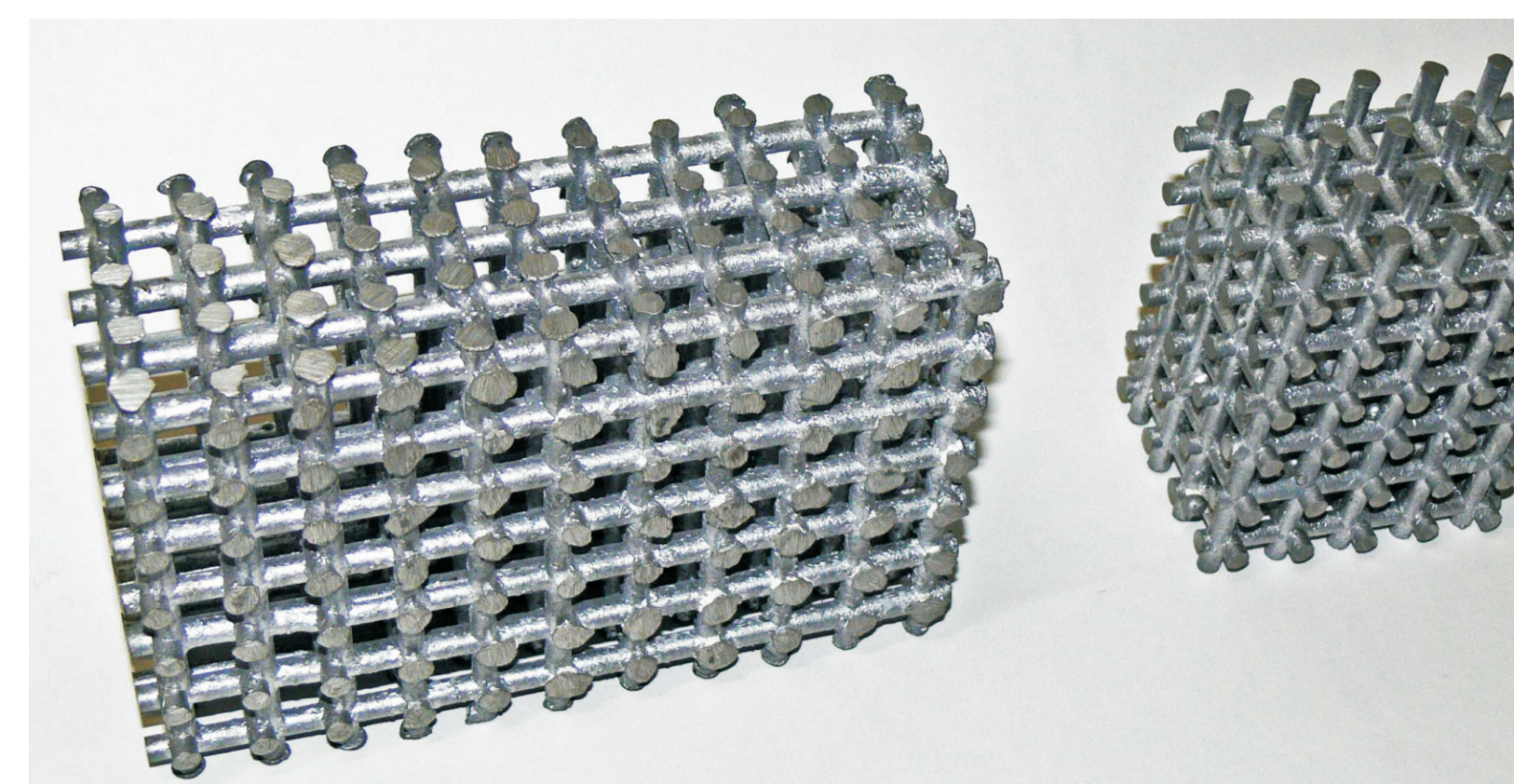
Charakterystyczne sześciokątne wydzielenia, widoczne na rys.7a, b, c posiadały średnią mikrotwardość 1100µHV – 1300µHV.

##### Potencjalne zastosowania

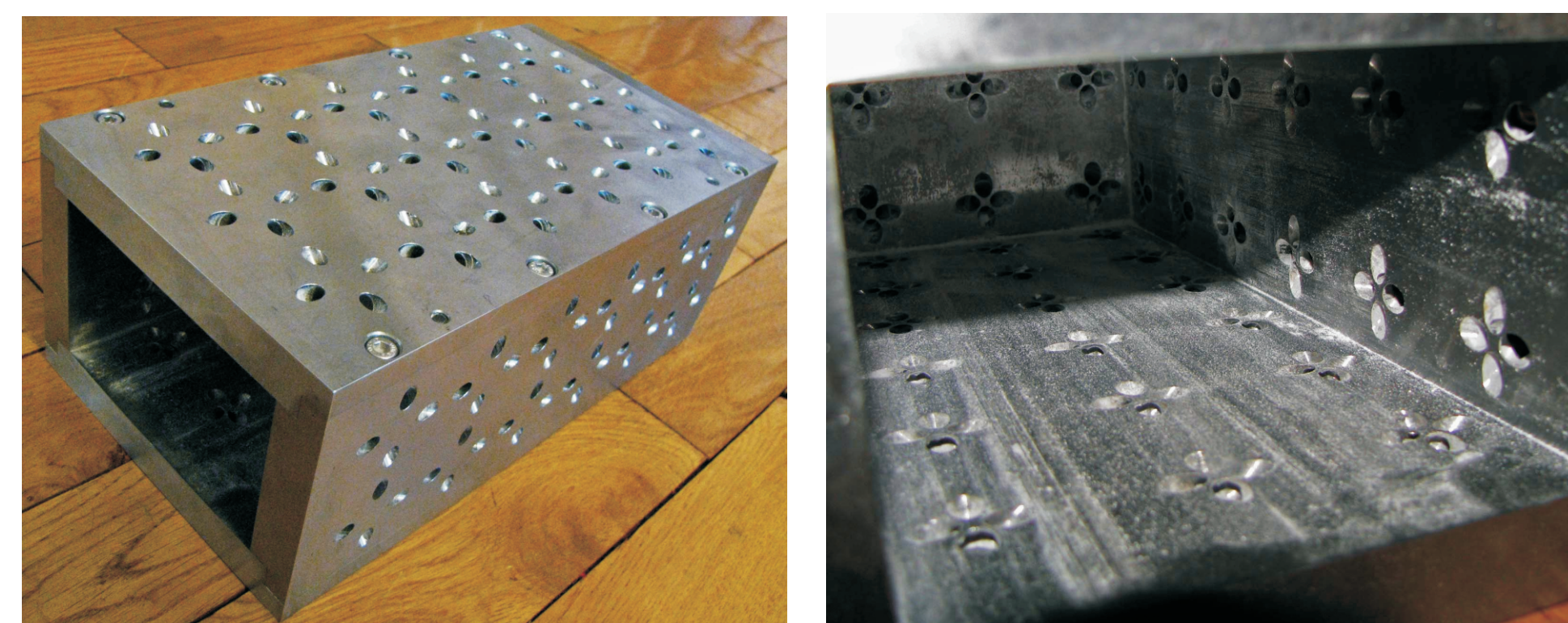
Konstrukcyjne elementy nośne

Oslony balistyczne z powłokami cermatalowymi i wypełnieniem ceramiką porowatą lub polimerową

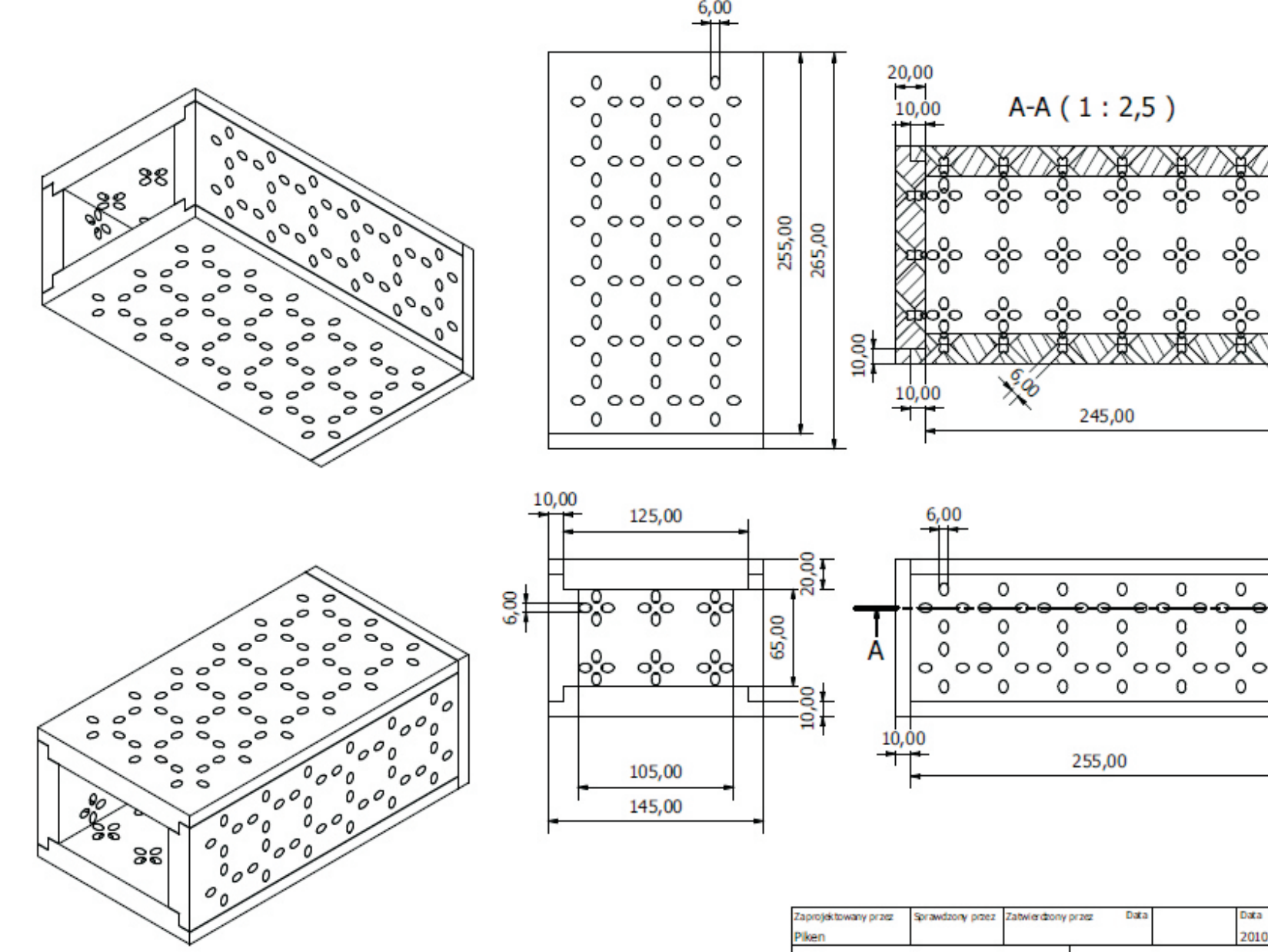
Radiatory stosowane w elektronice



Rys. 9. Gotowe odlewy szkieletowe z komórką elementarną w kształcie 14ścianu hydraulicznego



Rys. 10. Rdzennica do wykonywania rdzeni dla odlewów szkieletowych z komórką elementarną w kształcie ośmiościanu foremnego



Rys. 11 Rysunek złożeniowy rdzennicy do wykonywania rdzeni dla odlewów szkieletowych z komórką elementarną w kształcie ośmiościanu foremnego

### Wnioski

1. Potwierdzono korzystne własności mechaniczne odlewów szkieletowych, w których cała struktura przejmuje reakcję na obciążenie skupioną siłą
2. Na przykładzie kompozytów z polimerem siarkowym potwierdzono korzystne własności mechaniczne i mikrostrukturalne kompozytów wytworzonych ze zbrojeniem szkieletowym
3. Przeanalizowano możliwości kształtowania dyfuzji, morfologii i segregacji cermetalowych komponentów wzmacniających w kompozytach przeznaczonych do wytwarzania szkieletów
4. Potwierdzono możliwość wytwarzania szkieletów tradycyjnymi technikami odlewniczymi.

### Wskaźniki realizacji celów projektu cz.2

##### Referaty

- Krzysztof Dragan, Janusz Lisiecki, Sławomir Klimaszewski: **Impact damage identification in the composite aerospace elements with the use ndt and shm approach** Konferencja 5th International Conference - Supply on the wings - Aerospace th Global Industry Listopad 2010