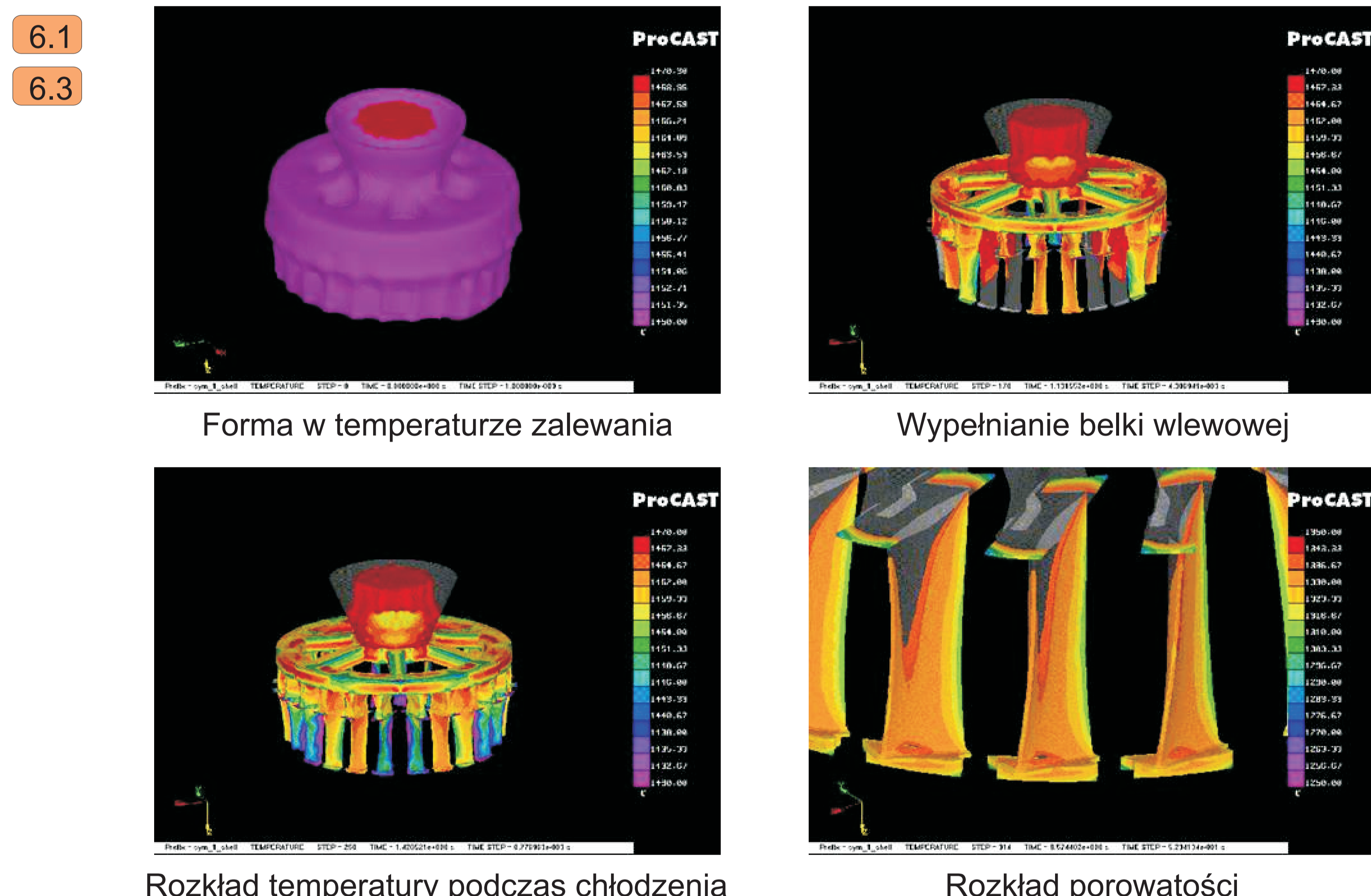


## Odlewanie precyzyjne stopów Ni na krytyczne części silników lotniczych

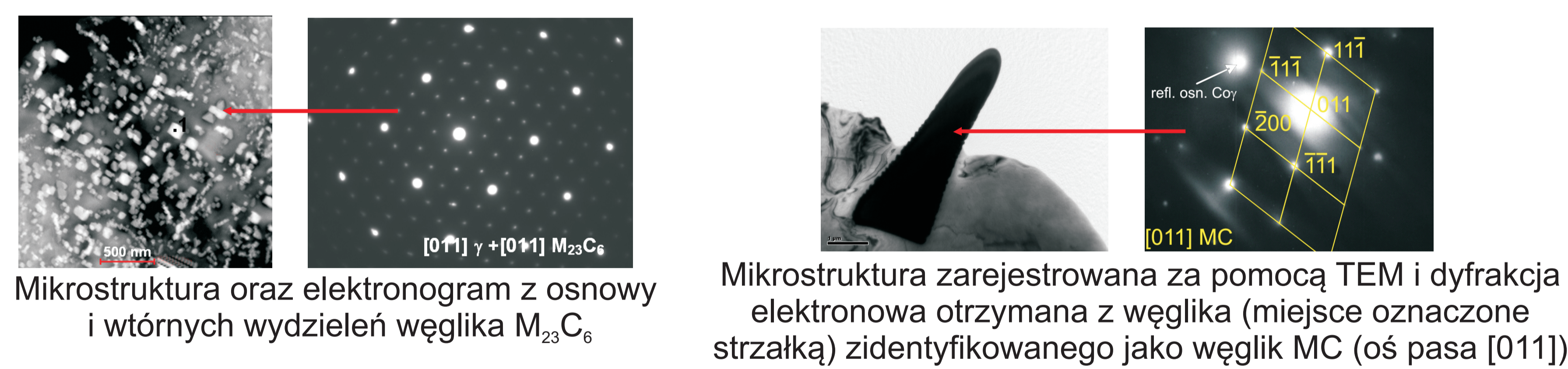
Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

ZADANIE Nr 12.6: Analiza przyczyn powstawania wad w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	
Nr i nazwa podzadania badawczego (Wykonawca)	Zadania wykonane do 14.12.2009
<b>6.1 (PŚI)</b> Analiza przyczyn powstawania wad ujawnianych metodami nieniszczącymi w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Opracowano założenia metodyczne i organizacyjne analizy wpływu czynników materiałowych i technologicznych na powstawanie wad ujawnianych metodami nieniszczącymi w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu.</li> <li>Ustalono zakres i metodykę wykonywania analiz statystycznych dotyczących wpływu czynników materiałowych i technologicznych na powstawanie wad ujawnianych metodami nieniszczącymi (rentgenowska i fluorescencyjna) w odlewach precyzyjnych z nadstopów niklu.</li> <li>Ustalono sposób opisu odlewów z wadami oraz przygotowania tych odlewów do badań strukturalnych.</li> <li>Wykonano badania metalograficzne wad ujawnionych metodą rentgenowską i fluorescencyjną w odlewach z bieżącej produkcji WSK „PZL Rzeszów” S.A. Wykonano analizę przyczyn powstawania pęknięć i porowatości skurczowej w segmentach łopatkowych z MAR M247.</li> </ol>
<b>6.2 (PŚI)</b> Analiza przyczyn występowania wad makro- i mikrostruktury w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Wykonano badania metalograficzne wad ujawnionych w odlewach z bieżącej produkcji WSK „PZL Rzeszów” S.A.</li> <li>Przeprowadzono analizę czynników strukturalnych decydujących o odporności na pęcznienie nadstopu IN 713C.</li> <li>Wykonano badania w celu ustalenia przyczyn pęknięcia zamocowań w segmentach BOAS ze stopu MAR 509.</li> </ol>
<b>6.3 (PW)</b> Analiza czynników wpływających na rozkład i poziom naprężeń oraz powstawanie pęknięć w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Zbudowano modele numeryczne części i zestawów.</li> <li>Wykonano analizę zmian temperatury odlewów w procesie krzepnięcia.</li> <li>Wykonano analizę rozkładów porowatości w odlewach.</li> </ol>
<b>6.4 (PŚI)</b> Klasyfikacja wad odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu - opracowanie atlasu wad	<ol style="list-style-type: none"> <li>Opracowano założenia metodyczne i organizacyjne sporządzania atlasu wad odlewanych w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu. Ustalono strukturę atlasu wad.</li> <li>Ustalono sposób dokumentowania poszczególnych wad oraz rodzaj i formę danych o odlewach, stopach wsadowych, zestawach modelowych modelach, formach ceramicznych oraz technologii przetwarzania stopów wsadowych i precyzyjnego odlewania elementów silników lotniczych.</li> <li>Oceniono porowatość gazową i skurczową w wybranych do atlasu odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu.</li> </ol>

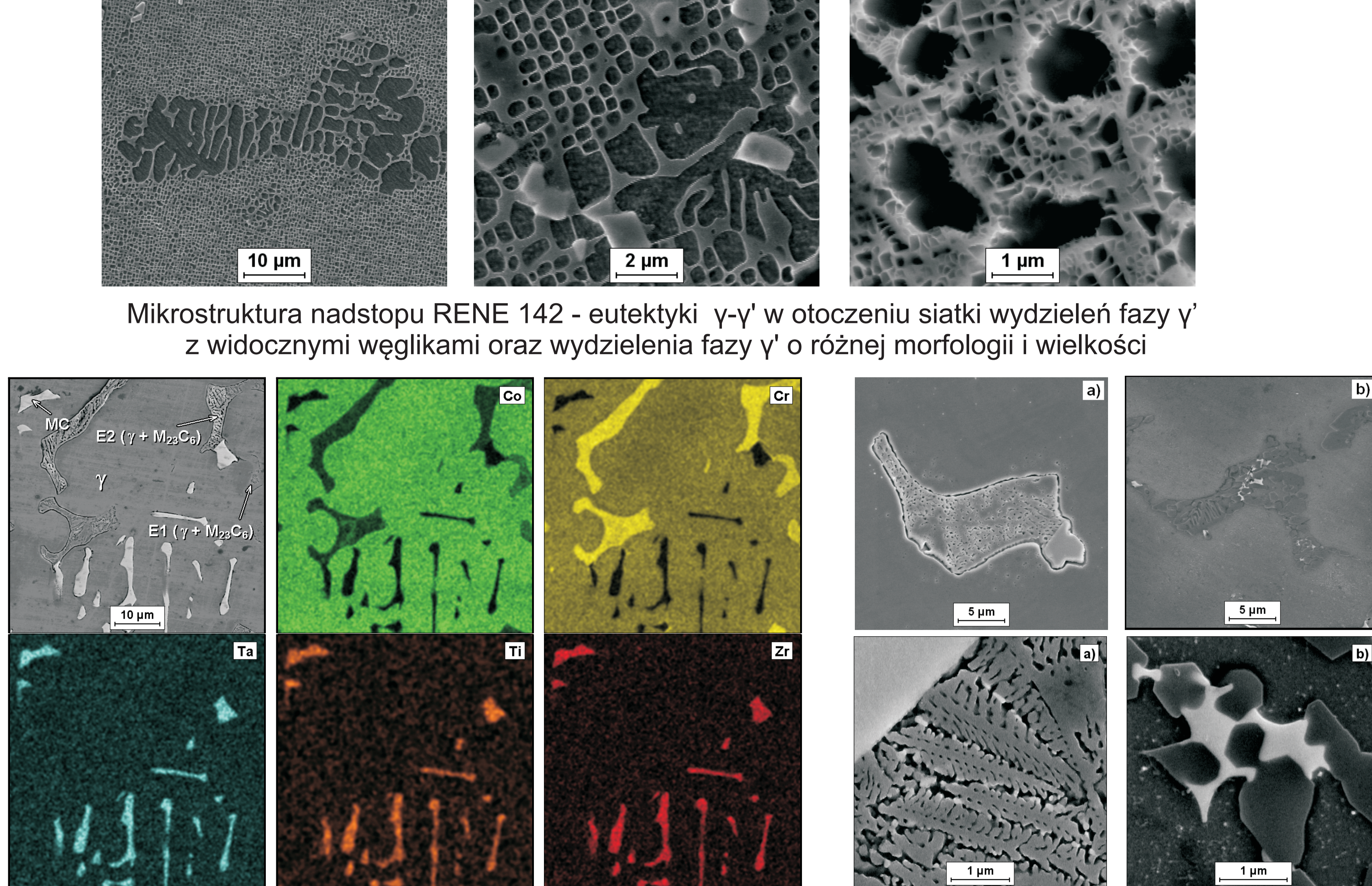
ZADANIE Nr 12.7: Udoskonalenie elementów systemu zapewnienia jakości procesów wytwarzania oraz odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	
Nr i nazwa podzadania badawczego (Wykonawca)	Zadania wykonane do 14.12.2009
<b>7.1 (PŚI)</b> Opracowanie procedur oceny czystości metalurgicznej stopów wsadowych i odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ustalono sposób przygotowywania i opisu preparatów do oceny czystości metalurgicznej stopów wsadowych i odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu w Odlewni Precyzyjnej WSK „PZL Rzeszów” S.A.</li> <li>Opracowano metodykę identyfikacji wtrąceń niemetalicznych w nadstopach niklu z zastosowaniem mikroskopu elektronowego skaningowego oraz spektrometrów EDS i EBSD.</li> <li>Wykonano badania wtrąceń niemetalicznych w aktualnie wytwarzanych w WSK „PZL Rzeszów” S.A. segmentach barierowych osłon ciepłych z nadstopu kobaltu MAR M 509 oraz stopach wsadowych master heat i segmentach łopatkowych z nadstopu MAR M247.</li> </ol>
<b>7.2 (PŚI)</b> Opracowanie procedury kompleksowej procedury ilościowej oceny porowatości w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ustalono sposób przygotowywania i opisu preparatów do oceny porowatości gazowej i skurczowej w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu w Odlewni Precyzyjnej WSK „PZL Rzeszów” S.A.</li> <li>Opracowano procedury przygotowania preparatów do oceny porowatości w odlewach precyzyjnych z różnych nadstopów niklu.</li> <li>Udoskonalono metodykę składania w płaszczyźnie X - Y na mikroskopie świetlnym obrazów porów ujawnianych na przekrojach wzdłużnych i poprzecznych odlewów precyzyjnych.</li> <li>Ujednolicono procedury przygotowania preparatów i akwizycji obrazów porów w laboratoriach partnerów uczelnianych i partnera przemysłowego - metody akwizycji obrazów porów.</li> </ol>
<b>7.3 (PŚI)</b> Opracowanie kompleksowych procedur oceny kształtu i wielkości ziaren pierwotnych w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ustalono sposób przygotowania w Odlewni Precyzyjnej WSK „PZL Rzeszów” S.A. danych umożliwiających opracowanie cyfrowych modeli 3D odlewów, niezbędnych do opracowania wyników pomiarów ziaren pierwotnych, wykonywanych na powierzchniach nieplaskich odlewów.</li> <li>Opracowano procedury przygotowania zgłędów metalograficznych do oceny kształtu i wielkości ziaren pierwotnych w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu, w tym z zastosowaniem techniki EBSD.</li> </ol>
<b>7.4 (PŚI)</b> Opracowanie kompleksowych procedur jakościowej i ilościowej oceny mikrostruktury odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	<ol style="list-style-type: none"> <li>Przeprowadzono analizę danych literaturowych dotyczących składu fazowego i morfologii faz oraz metod ich ujawniania i identyfikacji w wybranych nadstopach niklu.</li> <li>Ustalono sposób przygotowywania i opisu preparatów do jakościowej i ilościowej oceny mikrostruktury odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu w Odlewni Precyzyjnej WSK „PZL Rzeszów” S.A.</li> <li>Opracowano procedury przygotowywania zgłędów badań metalograficznych na mikroskopach świetlnych i elektronowych skaningowych stopów będących przedmiotem badań w projekcie.</li> <li>Przeprowadzono analizę metod ujawniania i identyfikacji faz w nadstopach niklu wybranych do badań w projekcie.</li> <li>Udoskonalono metodykę trawienia nadstopów niklu z zastosowaniem potencjostatu.</li> </ol>



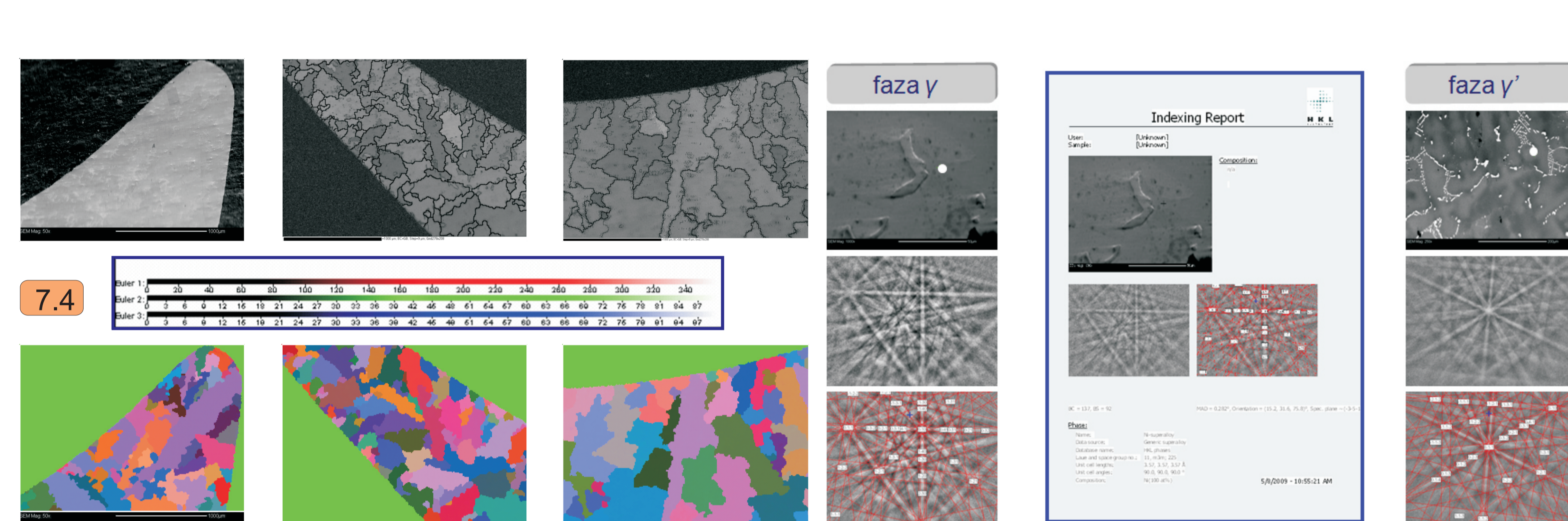
Analiza czynników wpływających na rozkład i poziom naprężeń oraz powstawanie pęknięć i porowatości w odlewach precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu



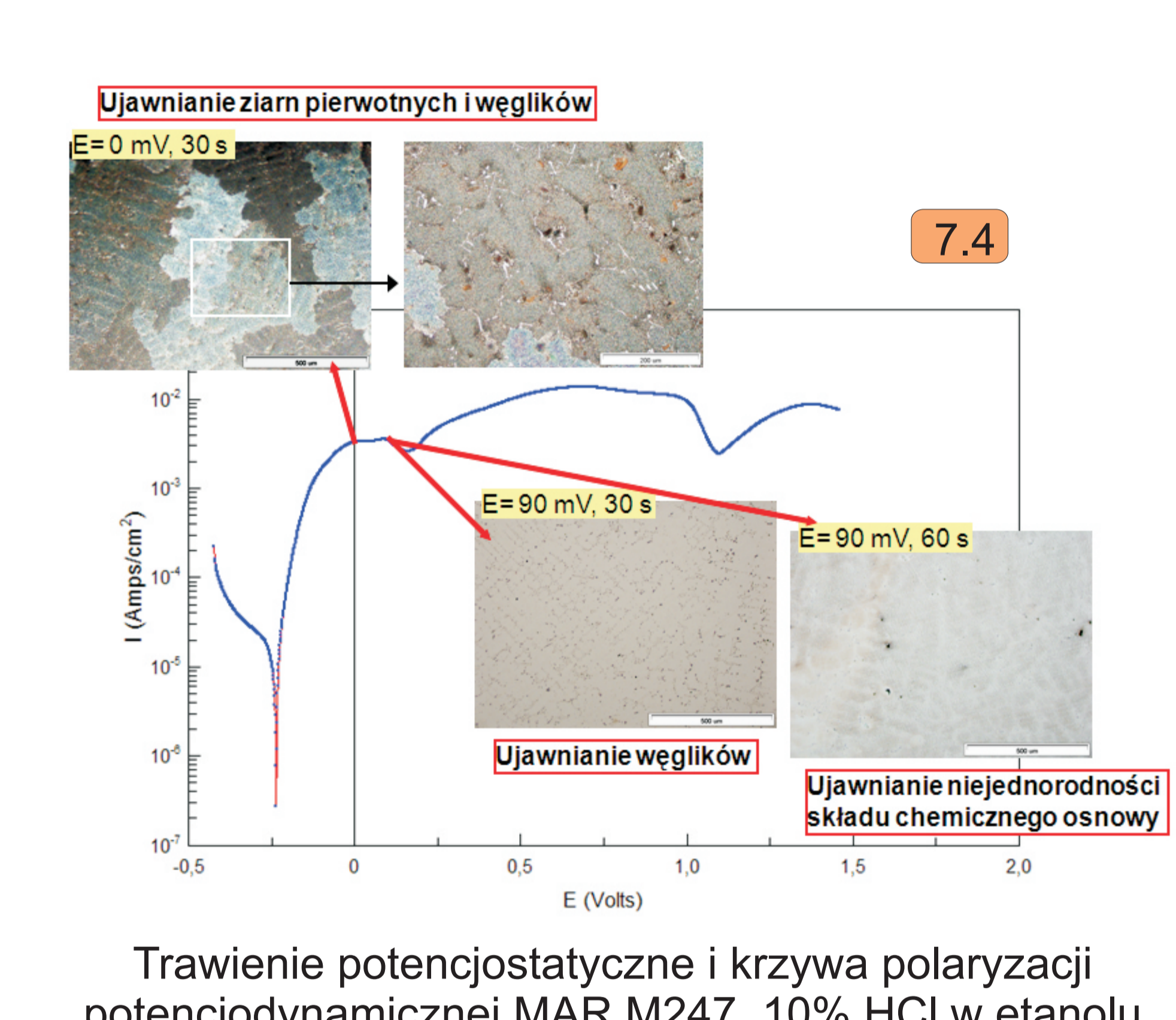
Mikrostruktura zarejestrowana za pomocą TEM i dyfrakcja elektronowa otrzymana z węglika (miejsce oznaczone strzałką) zidentyfikowanego jako węgiel MC (oś pasa [011])



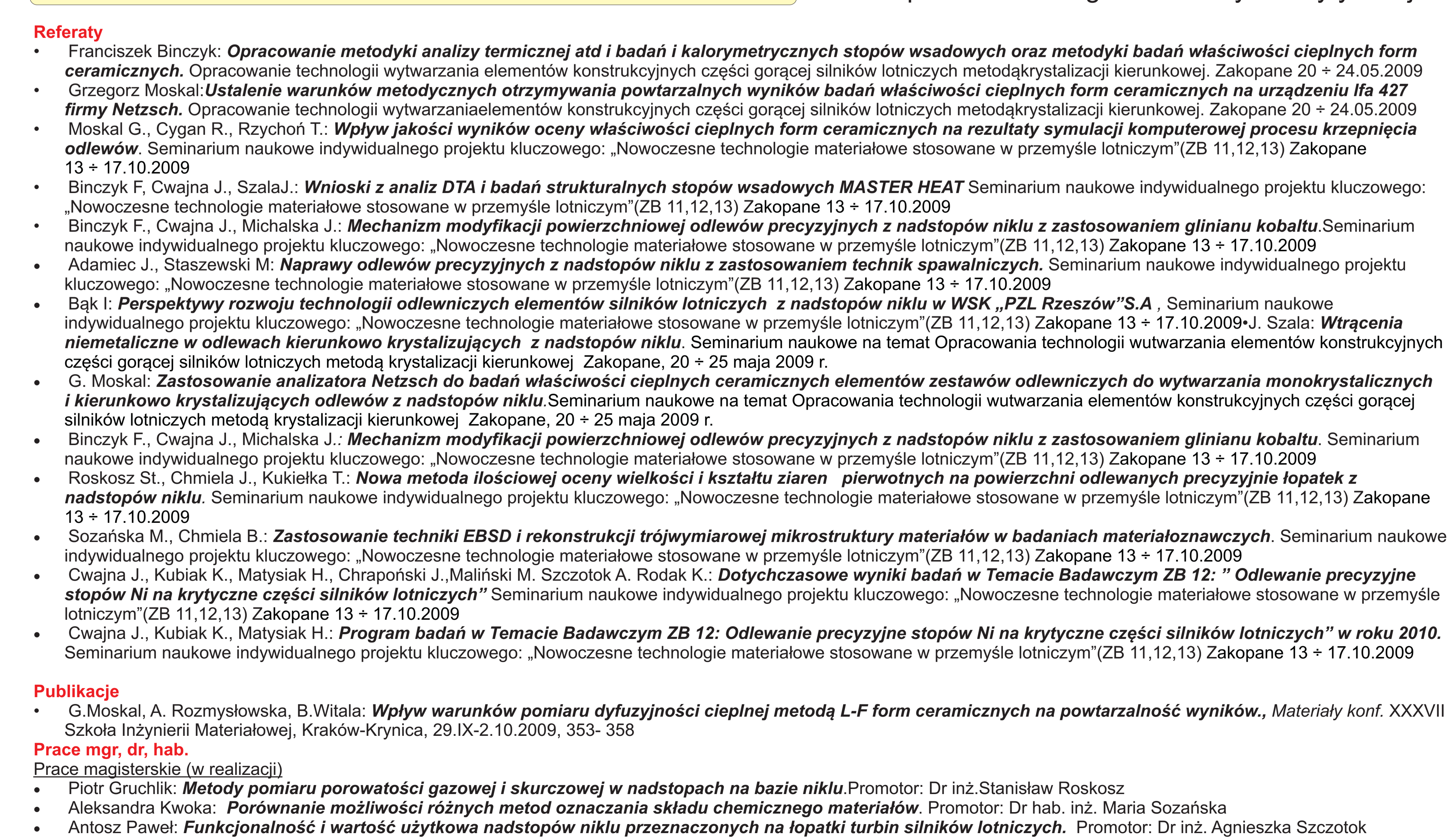
Obraz struktury nadstopu MAR M509 w stanie lanym oraz mapy rozkładu wybranych pierwiastków



Określenie orientacji krystalograficznej i analiza fazowa łopatki polikrystalicznej MAR M-247 metodą EBSD



Trawienie potencjostatyczne i krzywa polaryzacji potencjodynamicznej MAR M247, 10% HCl w etanolu



Wskaźniki realizacji celów projektu