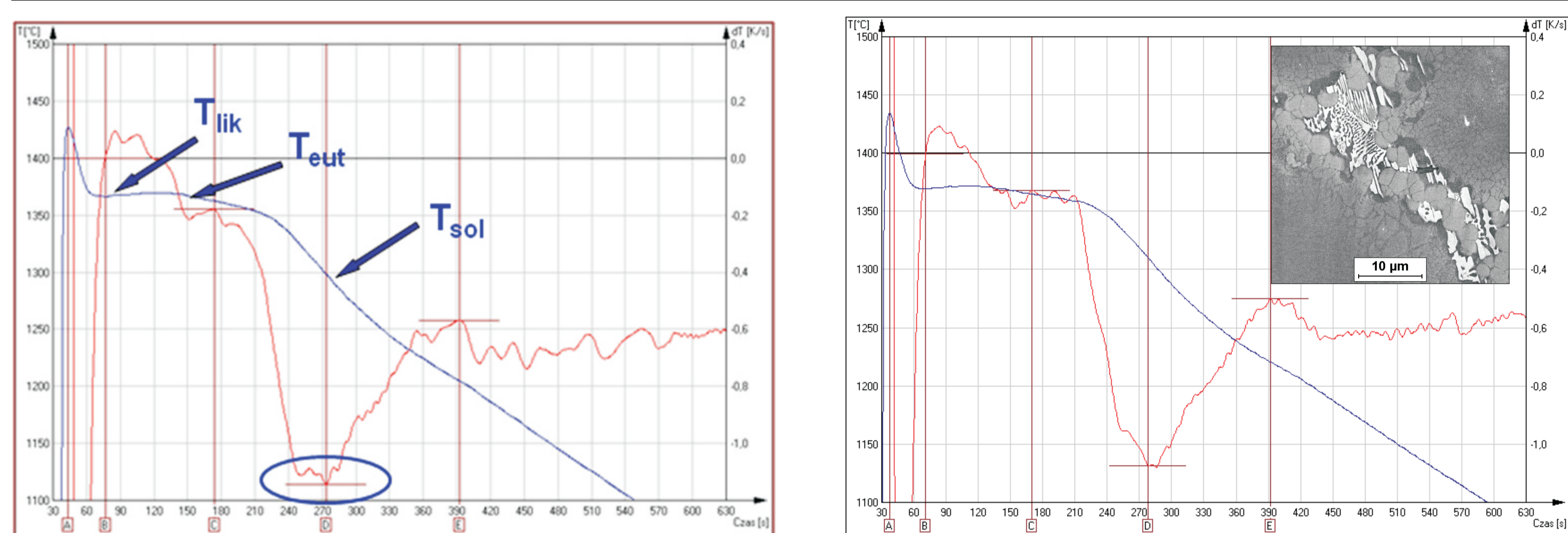


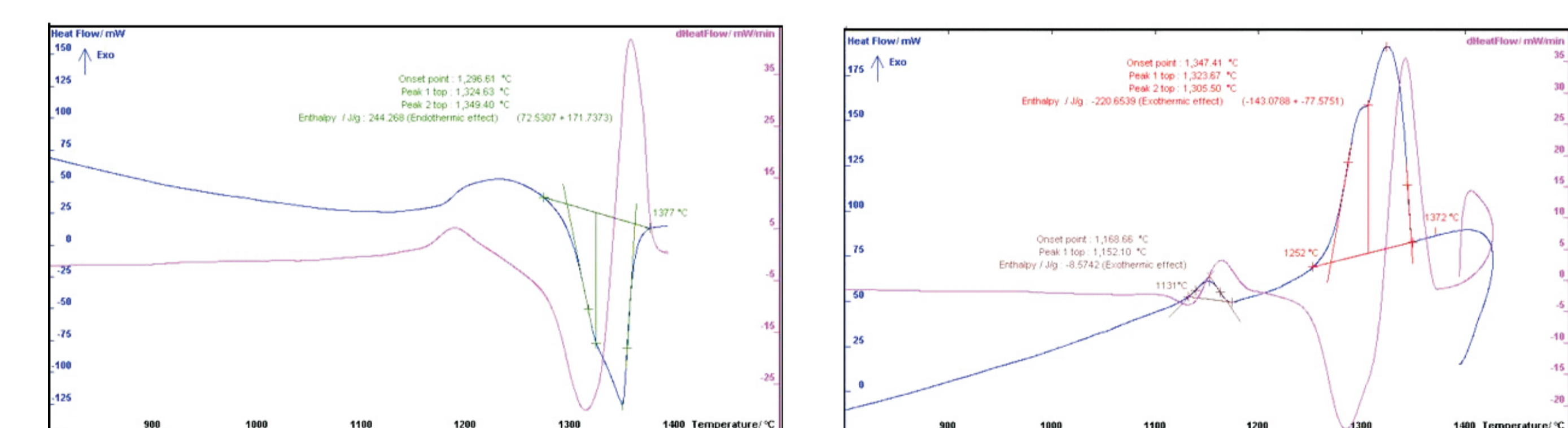
Odlewanie precyzyjne stopów Ni na krytyczne części silników lotniczych

Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

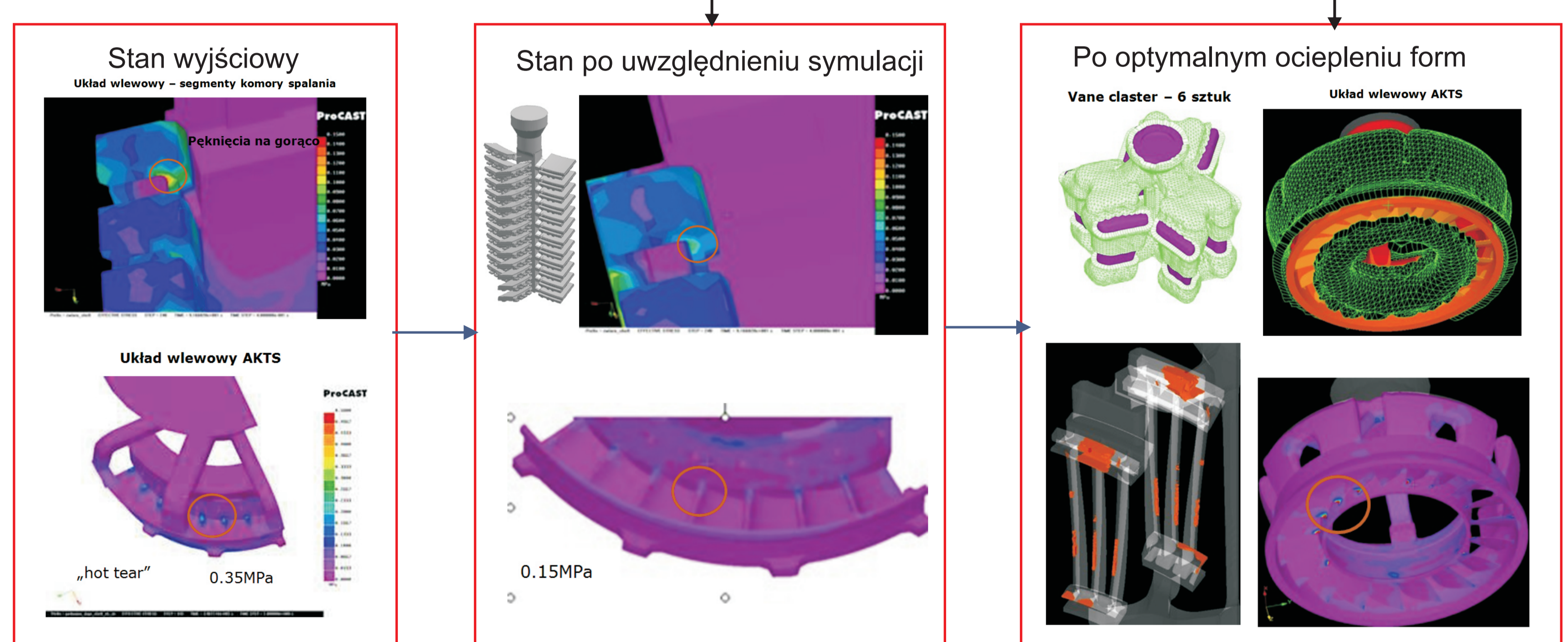
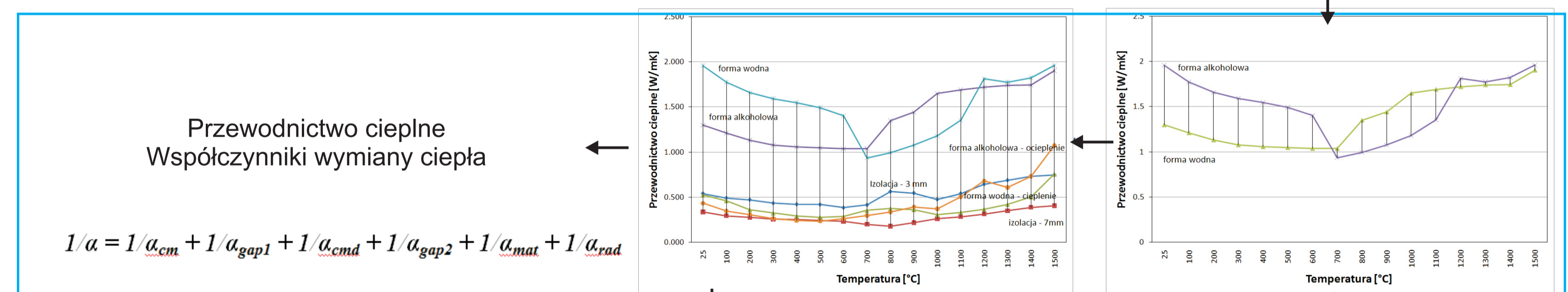
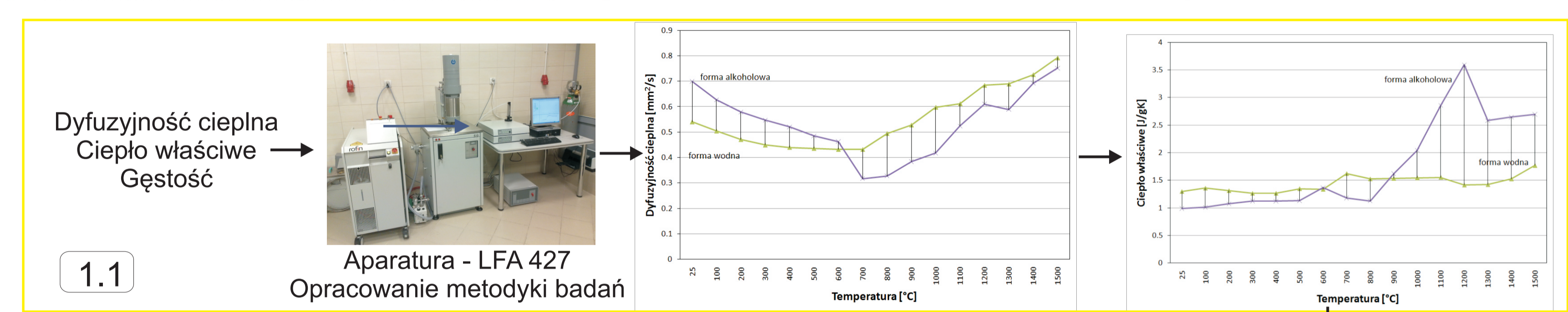
ZADANIE Nr 12.1: Opracowanie bazy danych materiałowych do symulacji numerycznej procesu zalewania, krzepnięcia i krystalizacji odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu	
Nr i nazwa podzadania badawczego (Wykonawca)	Zadania wykonane do 14.12.2009
<p>1.1 (PŚI)</p> <p>Wykonanie analizy DTA i badań kalometrycznych procesów krystalizacji i krzepnięcia nadstopów niklu stosowanych w przemyśle krajowym oraz wyznaczenie właściwości cieplnych wielowarstwowych form ceramicznych</p>	<ol style="list-style-type: none"> Zaprojektowano i wykonano stanowisko do analizy DTA procesów krzepnięcia nadstopów niklu. Zaprojektowano wielowarstwową formę ceramiczną do wyznaczania właściwości cieplnych oraz układ do pomiaru rozkładu temperatury na przekroju formy. Ustalono warunki metodyczne otrzymywania powtarzalnych wyników badań właściwości cieplnych form na urządzeniu LFA 427 firmy Netzsch. Opracowano metodykę i wyznaczono właściwości cieplne waty izolacyjnej stosowanej do odciepiania form ceramicznych, mis wlewowych i filtrów ceramicznych na urządzeniu LFA 427 firmy Netzsch. Wykonano analizę termiczną ATD 4 stopów wsadowych IN-713C i 4 stopów MAR M247.
<p>1.2 (PW)</p> <p>Opracowanie bazy danych materiałowych dla wosków modelarskich i form ceramicznych w kontekście wytworzenia modelowych, wirtualnych form odlewniczych</p>	<ol style="list-style-type: none"> Opracowano metodykę pomiaru temperatur charakterystycznych wosków modelarskich techniką DSC. Opracowano metodykę pomiaru składu fazowego wosków modelarskich techniką RTG. Opracowano metodykę wyznaczania ciepła właściwego materiału pierwszej warstwy formy odlewniczej.
<p>1.3 (PRZ)</p> <p>Wykonanie symulacji komputerowej procesu zalewania, krystalizacji i krzepnięcia wybranych odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu oraz weryfikacja wyników badań symulacyjnych w badaniach doświadczalnych odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Wykonano symulacje komputerowe procesu zalewania, krystalizacji i krzepnięcia odlewu części silnika odrzutowego PZL – 10W w komercyjnych programach ProCAST i MAGMA i ustalono zalety i wady obydwu programów. Na podstawie wyników symulacji komputerowej opracowano technologię i wykonano odlewy doświadczalne kadłuba (element konstrukcyjny silnika odrzutowego PZL – 10W) i wirnika turbiny (μSO-1).



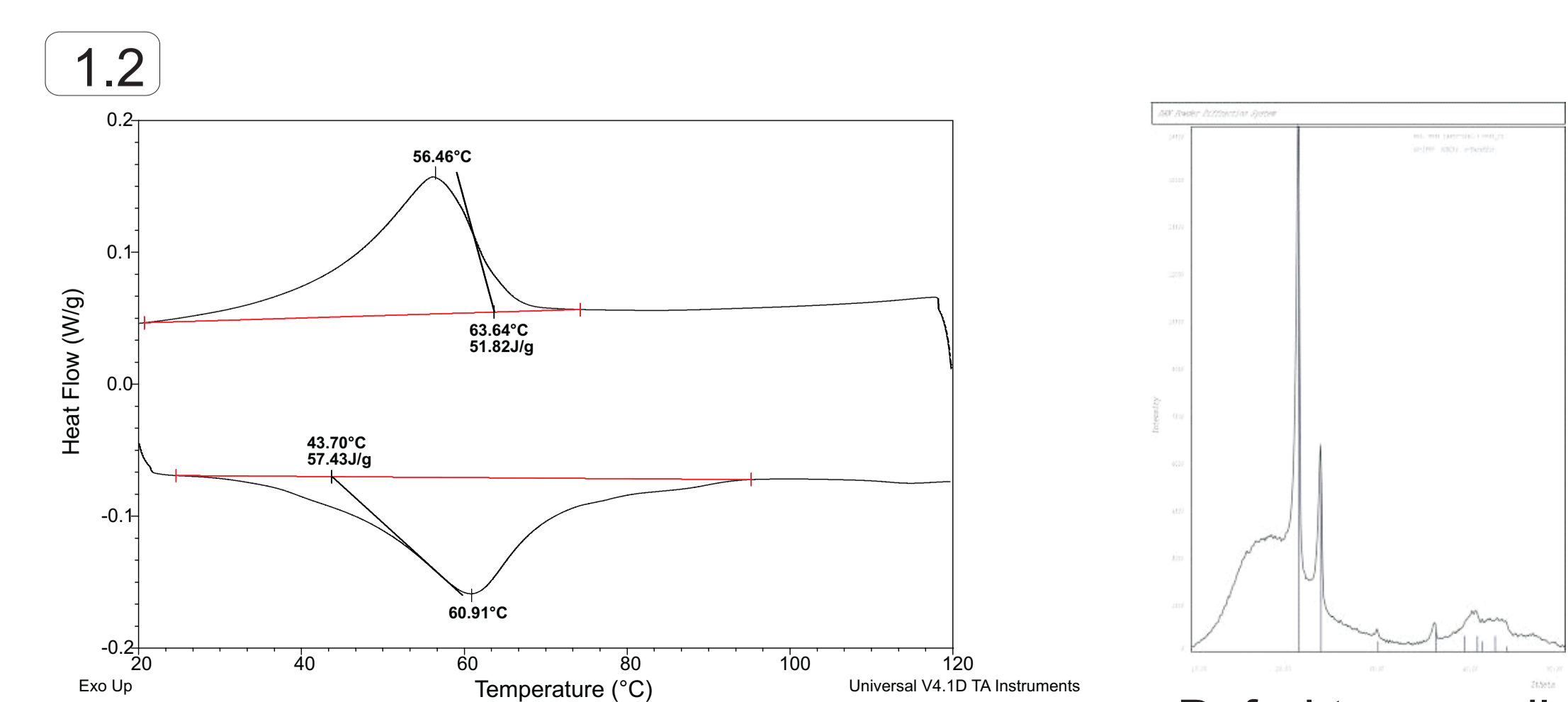
1.1 Wyniki analizy ATD w stopach wsadowych (master heat) z nadstopu MAR M-247
Stopy wsadowe o składzie chemicznym zgodnym z normą mogą mieć istotnie różne temperatury krytyczne. Konieczny jest indywidualny dobór parametrów przetapiania i odlewania dla poszczególnych stopów wsadowych na podstawie wyników analizy ATD



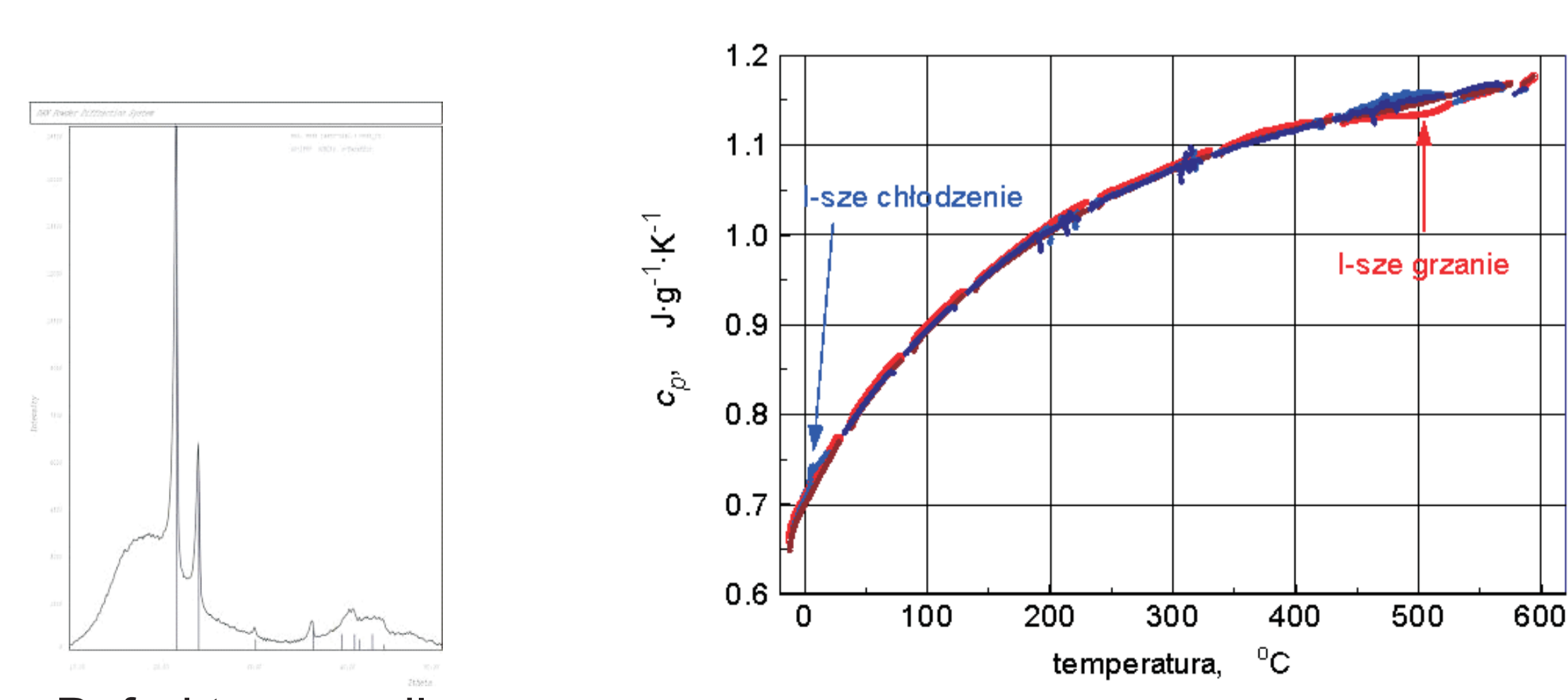
1.1 Wykres analizy DSC podczas nagrzewania i chłodzenia próbki stopu IN 713C



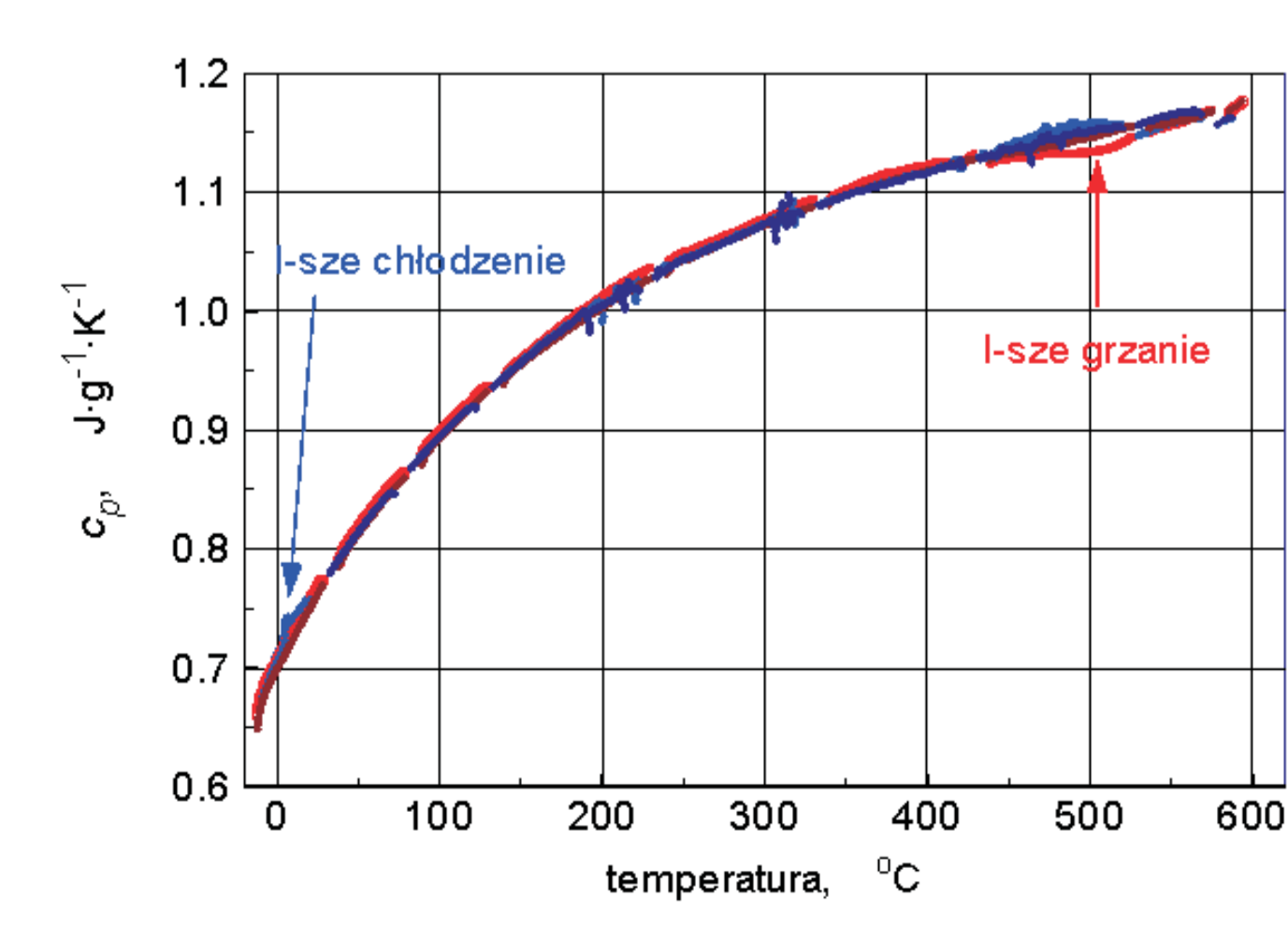
1.2 Charakterystyka własności cieplnych elementów form ceramicznych - symulacja procesów odlewniczych



1.2 Krzywa DSC dla wosku B405



1.2 Dyfraktogram dla wosku A7FR60



1.2 Zmiany ciepła właściwego w funkcji temperatury dla pierwszej warstwy formy ceramicznej na bazie elektrokorundu



1.3 Model CAD wirnika turbiny μSO-1 wykonany w Unigraphics Nx 4)

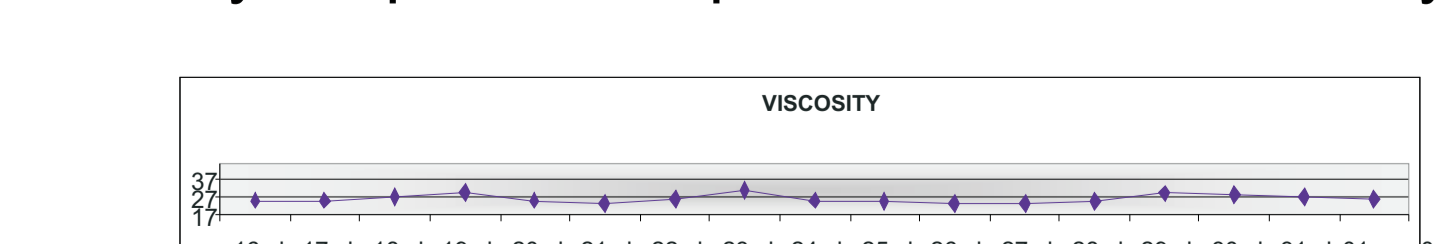
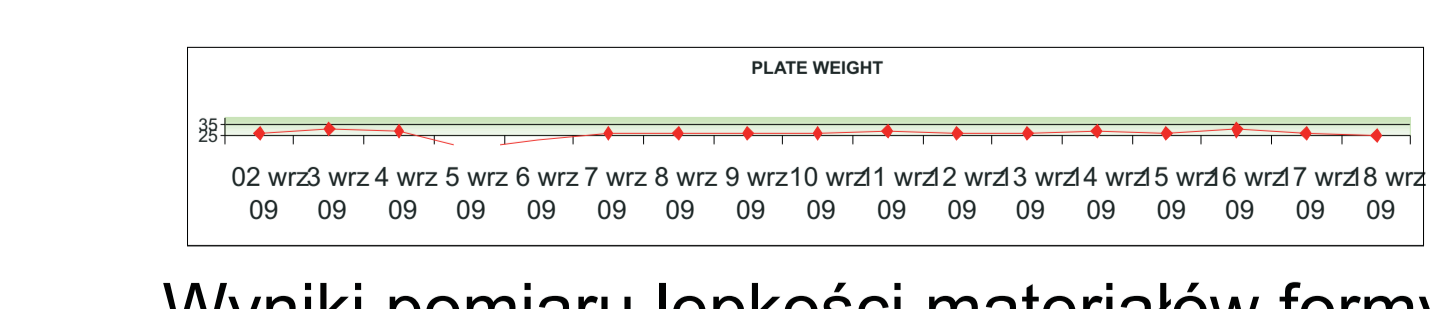
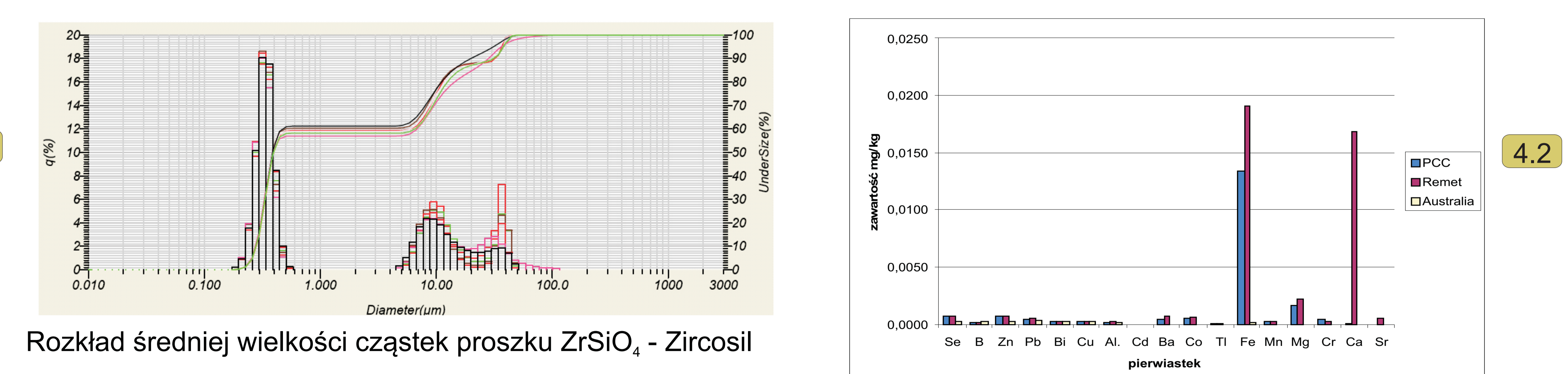
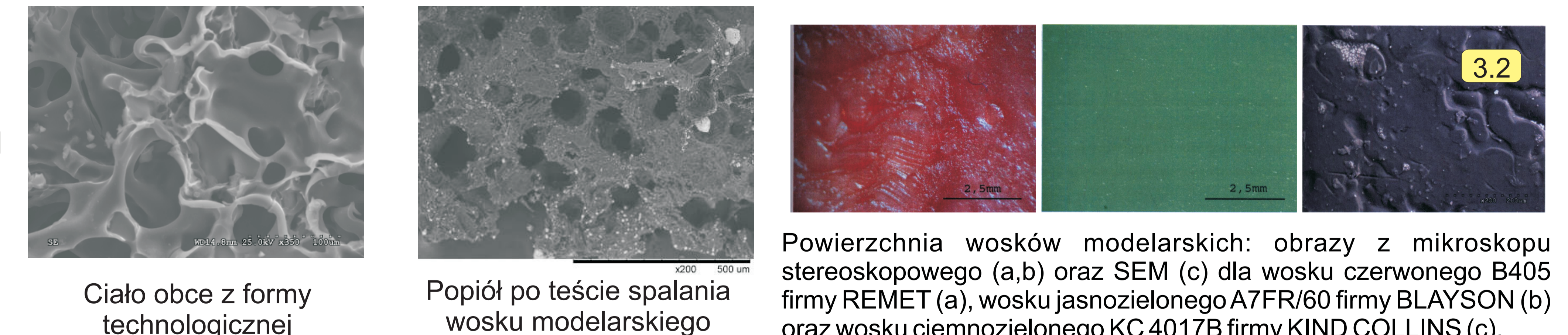
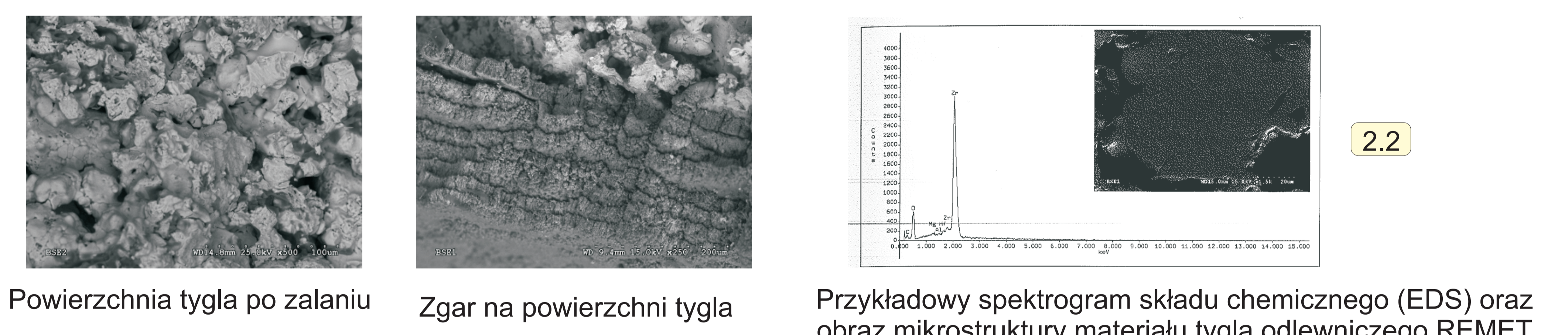
1.3 Zestaw modelowy dla wirnika turbiny μSO-1

1.3 Jeden z odlewów doświadczalnych wirnika turbiny μSO-1

ZADANIE Nr 12.2: Ocena wpływu czynników materiałowych i technologicznych na jakość ciekłego metalu	
Nr i nazwa podzadania badawczego (Wykonawca)	Zadania wykonane do 14.12.2009
<p>2.1 (PW)</p> <p>Analiza zjawisk zachodzących na granicy tyglu-ciekły metal w procesie przetapiania stopów wsadowych</p>	<ol style="list-style-type: none"> Przeprowadzono analizę termodynamiczną procesu przetapiania w tyglu cyrkonowym stabilizowanym MgO Przeprowadzono badania tygla cyrkonowego oraz jednorazowego korundowego po procesie przetopu nadstopów niklu i kobaltu.
<p>2.2 (PRZ)</p> <p>Analiza wpływu materiału tygla oraz wpływu parametrów przetapiania stopów wsadowych na jakość doświadczalnych odlewów precyzyjnych krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Przygotowano do badań: eksploatowany wielorazowy tygiel cyrkonowy ZrO₂ stabilizowany tlenkiem magnezu MgO firmy REMET; nieeksploatowany wielorazowy tygiel cyrkonowy ZrO₂ stabilizowany tlenkiem magnezu MgO firmy REMET; eksploatowany jednorazowy tygiel z Al₂O₃; zgar z tygli ceramicznych: wielorazowego tygla cyrkonowego ZrO₂ stabilizowanego tlenkiem magnezu MgO firmy REMET, jednorazowy tygiel z SiO₂ i z Al₂O₃. Wykonano badania SEM i analizy składu chemicznego przy użyciu spektrometru EDS przelomu i przekroju poprzecznego tygla cyrkonowego stabilizowanego tlenkiem magnezu wielokrotnego użytku firmy REMET.

ZADANIE NR 12.3: Ocena wpływu czynników materiałowych i technologicznych na jakość modeli i zestawów modelowych	
Nr i nazwa podzadania badawczego (Wykonawca)	Zadania wykonane do 14.12.2009
<p>3.1 (PW)</p> <p>Ocena wybranych wosków modelarskich pod kątem kształtowania jakości modeli i zestawów modelowych oraz możliwości ich recyklingu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Zbadano zawartości popiołów w woskach modelarskich. Opracowano metodykę badania właściwości wytrzymałościowych modeli z wosków modelarskich. Opracowano metodykę pomiaru kąta zwilżania w układzie model woskowy/spoiwo formierskie
<p>3.2 (PRZ)</p> <p>Ustalenie wpływu parametrów wytwarzania modeli i zestawów modelowych na ich jakość, deteminowaną wymaganą dokładnością wykonania ceramicznych form odlewniczych przeznaczonych do precyzyjnego odlewania części silników lotniczych z nadstopów niklu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Przygotowano do badań woski modelarskie stosowane w technologii precyzyjnego odlewania w WSK „PZL Rzeszów”: jasnozielony A7FR/60 firmy BLAYSON – do wytwarzania elementów krytycznych silników lotniczych; ciemnozielony KC 4017B firmy KINDT COLLINS – do wytwarzania modeli elementów krytycznych silników lotniczych i czerwony B405 firmy REMET – do wytwarzania układów wlewowych. Wykonano badania strukturalne i ocenę chropowatości wosków.

ZADANIE NR 12.4: Ocena wpływu czynników materiałowych i technologicznych na jakość form ceramicznych	
Nr i nazwa podzadania badawczego (Wykonawca)	Zadania wykonane do 14.12.2009
<p>4.1 (PW)</p> <p>Badanie wpływu składu chemicznego mineralogicznego i granulometrycznego proszków ceramicznych, wypełniaczy i posypki oraz wybranych czynników technologicznych na właściwości wielowarstwowych form ceramicznych do precyzyjnego odlewania krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Opracowanie metodyki wyznaczania składu chemicznego i fazowego proszków ceramicznych do wytwarzania form. Opracowanie metodyki wykonywania pomiarów wielkości cząstek proszków techniką laserową. Opracowanie metodyki wyznaczania pierwiastków śladowych w proszkach formierskich na 1 warstwę formy i w spoiwie.
<p>4.2 (PW)</p> <p>Opracowanie metodyki i wykonanie badań właściwości reologicznych i technologicznych mieszanek stosowanych do wytwarzania wielowarstwowych form ceramicznych do precyzyjnego odlewania krytycznych części silników lotniczych z nadstopów niklu</p>	<ol style="list-style-type: none"> Opracowanie wytycznych dla mieszanek ceramicznych na pierwszą warstwę i warstwę konstrukcyjne formy Opracowanie kompozycji i wytworzenie mieszanki na pierwszą warstwę w układzie ZrSiO₄/Al₂O₃/LudoxSK



4.3 Wyniki pomiaru lepkości materiałów formy

4.4 Wyniki testu ciężaru płyty materiałów formy

	12.VI.09	03.VII.09	10.VII.09	17.VII.09	07.VIII.09	14.VIII.09	21.VIII.09	28.VIII.09	4.wrz.09	25.wrz.09
W mieszanicy susz. 140°C	65,69	64,75	64,43	64,22	64,53	64,12	63,96	64,24	64,43	64,35
W spoiwie po odwirowaniu susz. 140°C	30,74	32,6	32,47	32,68	32,58	31,23	31,23	31,63	27,74	32,02
W spoiwie po odwirowaniu przez 950°C	29,01	29,57	29,44	29,53	29,21	28,62	28,65	26,94	20,4	29,21
Badanie pH	6,93	7,2	7,27	7,32	7,21	7,18	7,08	7,2	7,23	7,1

Mieszanka ZrSiO₄/Al₂O₃/LudoxSK – lepkość w teście kubka zahnna oraz test ciężaru płyty – pozwala oszacować grubość warstwy