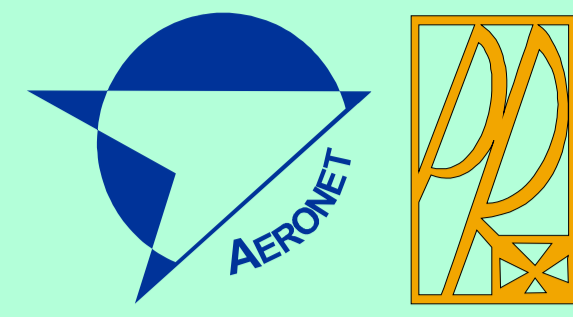


# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry



Konferencja Rady Partnerów RP CZT AERONET  
i Konferencja Podsumująca Projekt PKAERO  
30 Listopada- 1 Grudnia 2015

# ZB12

### Odlewanie precyzyjne stopów Ni na krytyczne części silników lotniczych

#### Investment casting of Ni alloys of critical parts of aircraft engines

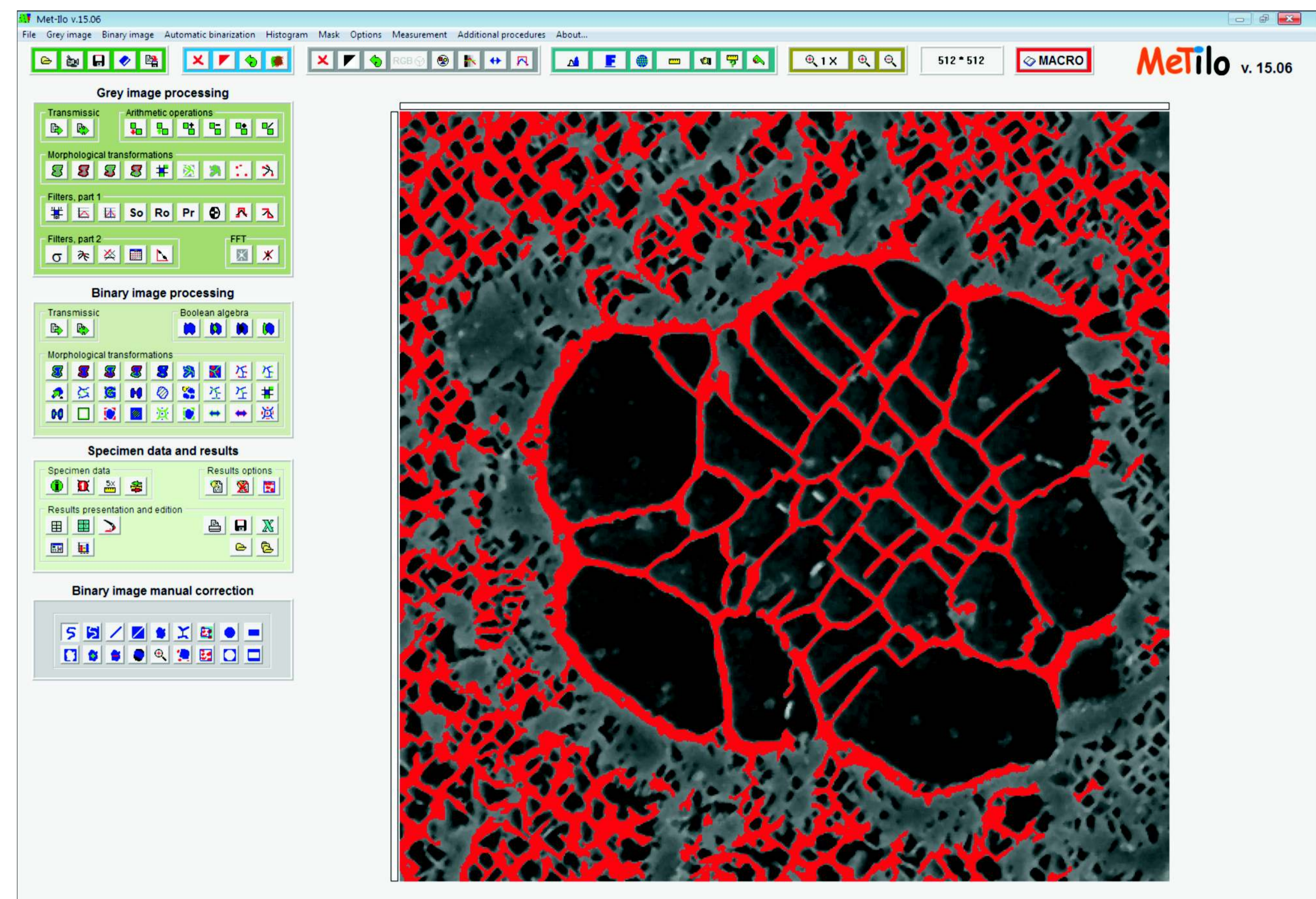
Politechnika Łódzka, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego  
Title of the innovative solution

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego  
Visualization of the innovative solution

**MeTilo** Uniwersalne narzędzie do metalografii ilościowej  
Universal tool for quantitative metallography

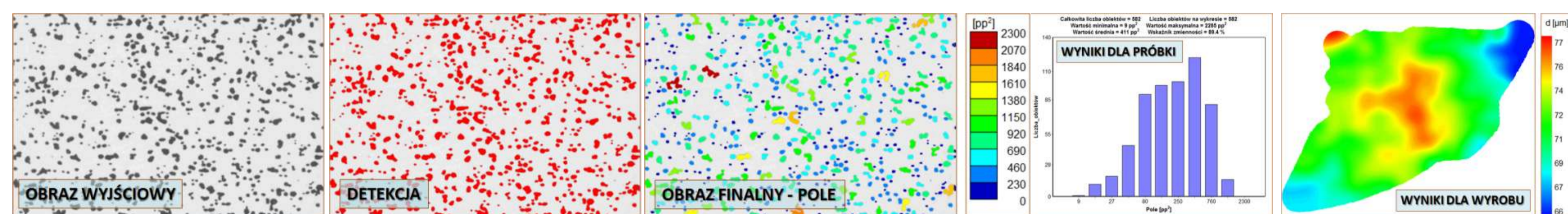
Krótki opis rozwiązania  
Brief description of the solution



MeTilo jest efektywnym programem do przetwarzania i ilościowej analizy obrazu. Jest łatwy w obsłudze, a jego instalacja jest bardzo prosta. Pracuje pod systemem Windows XP lub nowszym 32 oraz 64 bitowym.

Pozwala m.in. na:  
 → analizę obrazów zapisanych w formacie bmp, tiff, jpeg, psref, grey, czy o maksymalnym rozmiarze 5120\*5120 pikseli,  
 → manualną oraz automatyczną detekcję obiektów na podstawie poziomu szarości,  
 → pomiar metod powierzchniowych i liniowych - standardowo wyznaczane są 24 parametry.  
 Ma wbudowane specjalistyczne moduły pomiarowe ilościowej oceny porowatości, detekcji wydzielenia fazy  $\delta$  oraz jej ilościowej oceny, detekcji ramion pierwotnych dendrytów i wyznaczania odległości między nimi, kolorowania obiektów w oparciu o wyniki ilościowej oceny struktury.

MeTilo is a powerful software for image processing and quantitative analysis. It is user friendly and can be easily installed. It runs under Windows XP or higher on both 32 and 64 bit systems and offers, among others:  
 → analysis of the images saved in bmp, tiff, jpeg, psref, gray, czy formats with a maximum size of 5120\*5120 pixels,  
 → manual and automatic detection of objects based on gray level,  
 → areal and linear measurement methods - standardly 24 parameters are determined,  
 → specialist measurement modules for quantitative evaluation of porosity, detection of  $\delta$  phase precipitates and its quantitative evaluation, detection of primary dendrite arms and determination of the distance between them, coloring objects based on the results of the quantitative evaluation of the structure.



Idea ilościowej oceny struktury za pomocą programu MeTilo  
The idea of quantitative evaluation of the structure using MeTilo software

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

Wyznaczanie porowatości  
Determination of porosity

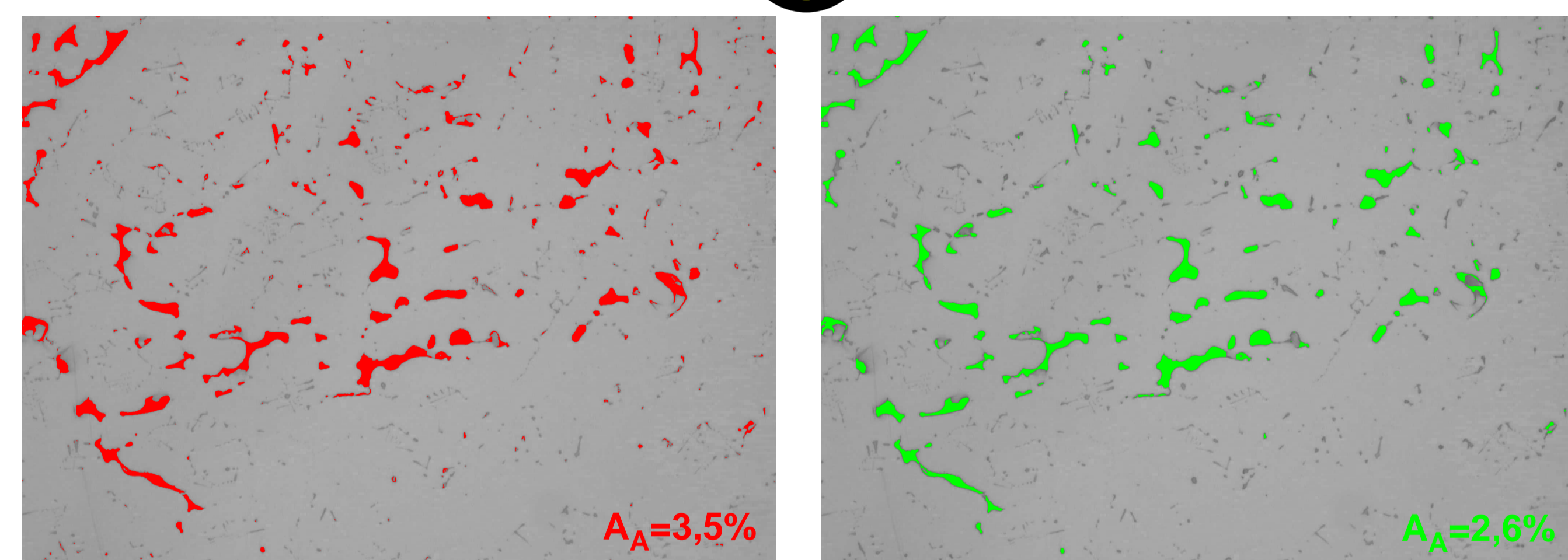
Detekcja ramion pierwotnych dendrytów  
Detection of primary dendrite arm

Selektywna detekcja obszarów eutektycznych  
Selective detection of eutectic regions

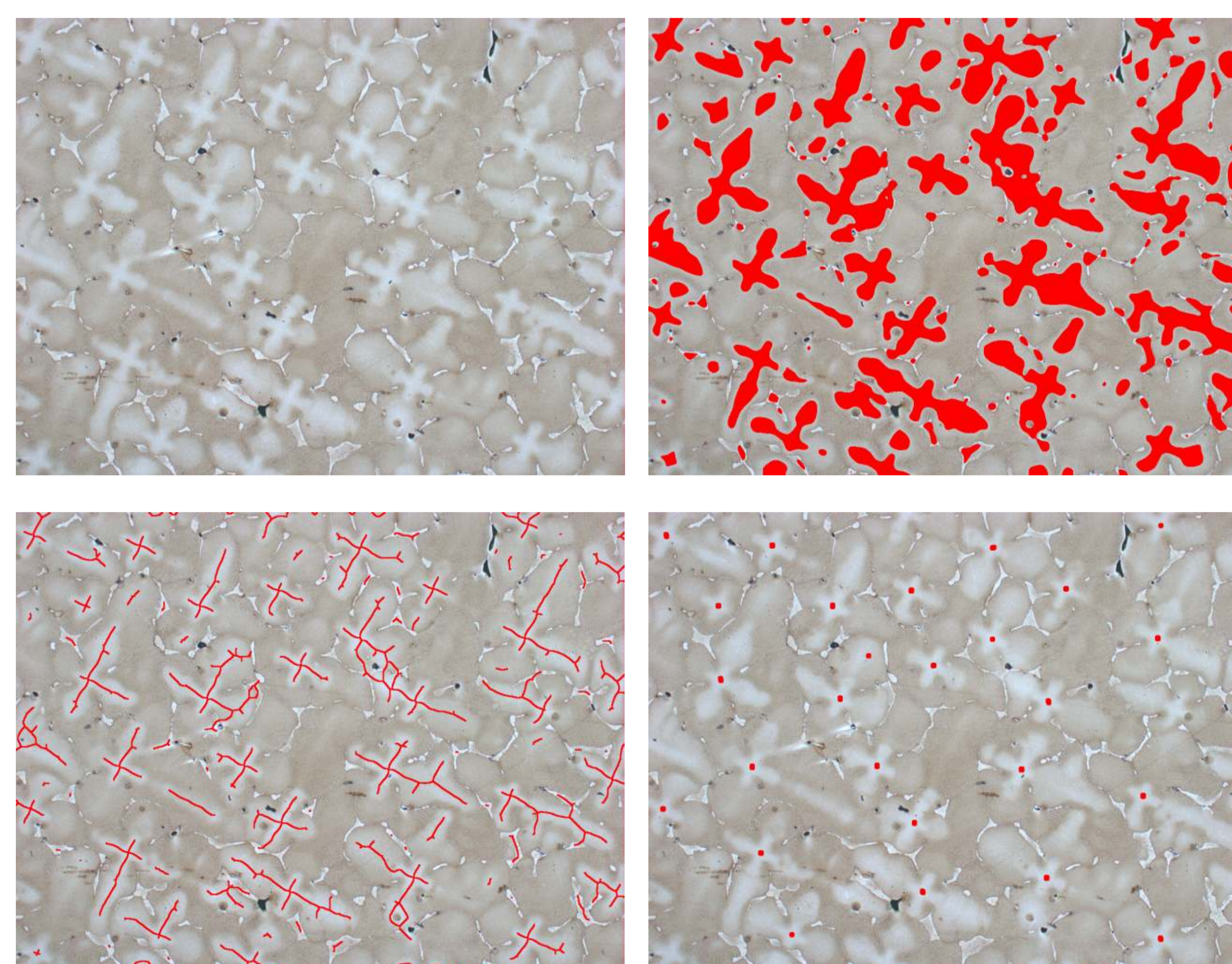
**Główne problemy przy wyznaczaniu porowatości:**  
poprawna detekcja porów w obecności węglików (1), ich podział na pory gazowe i skurczowe oraz ilościowy opis (2).

**The main problems with determining of the porosity:**  
correct detection of the pores in the presence of carbides (1), their division into gaseous and shrinkage pores and quantitative description (2).

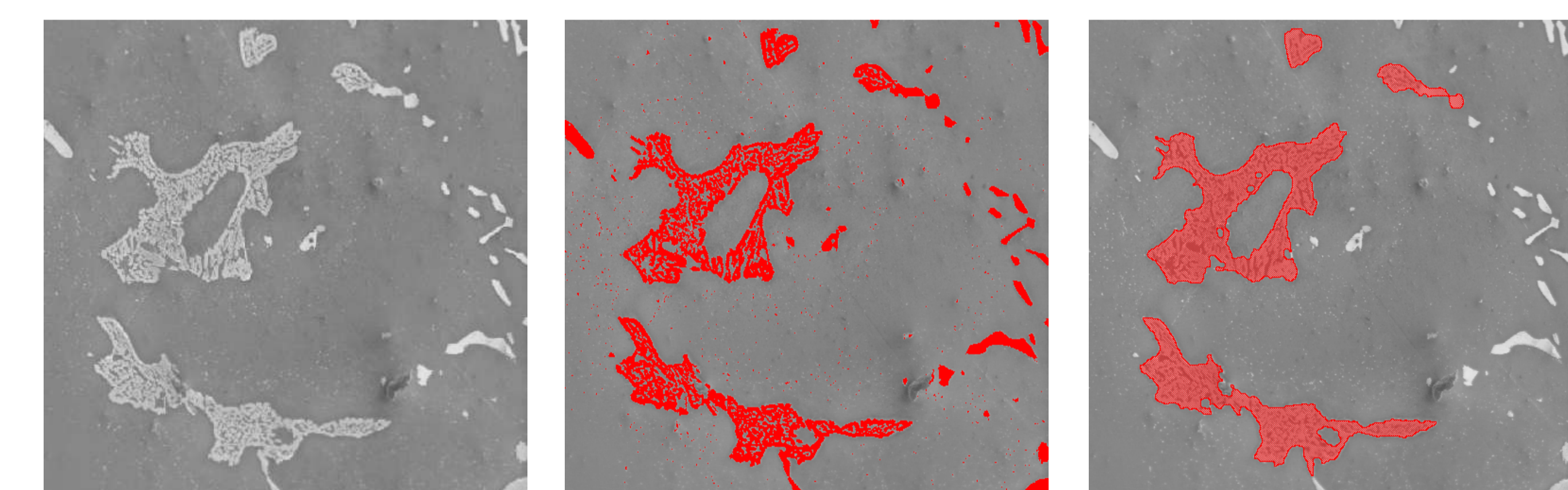
1



Detekcja porów poprzez klasyczną binaryzację - lewa strona oraz za pomocą własnej specjalistycznej procedury - prawa strona  
Detection of pores through the classical binarization - left side and using the specialist own procedure - right side



Najważniejsze etapy procedury detekcji rdzeni ramion pierwotnych dendrytów  
The main steps of the procedure of detection of primary dendrite arm cores



Obraz wyjściowy (lewa strona), w węgliki wydetykowane za pomocą klasycznej binaryzacji (rodek), obszary eutektyczne ujawnione przy użyciu własnej metody (prawa strona)  
The original image (left), carbide particles detected using the classical binarization (center), eutectics revealed with the own method (right)

Oferta dla przemysłu  
The offer for industry

Opracowany program pozwala na obiektywną ilościową ocenę struktury tworzyw, w tym cech decydujących o ich właściwościach użytkowych. Dzięki temu zminimalizowane zostaną koszty sporów między producentami, a odbiorcami tych materiałów wynikające ze stosowania jakościowych metod oceny zgodnie z strukturą rzeczywistej ze wzorców. Na specjalne życzenie klienta możemy rozszerzyć zestaw parametrów opisujących elementy struktury. Niektóre rozwiązania dostępne w oferowanym programie zostały wcześniej użyte w innych produktach autora z powodzeniem stosowanych w praktyce do oceny jakości innych drutów bimetalicznych oraz zachowania się tworzyw w trakcie segmentowego odkształcenia plastycznego.

The developed program enables an objective quantitative assessment of materials microstructure, including features controlling the service properties. It will be conducive to reduction of expenses in case of controversies between producers and buyers of materials, resulting from application of qualitative methods for comparing real and standard structures. At client's special request it is possible to extend the set of parameters characterizing microstructural components. Certain solutions available in the offered program have already been included in the author's other products, successfully applied in practical quality assessment of bimetallic wires and materials behaviour during segment plastic deformation.

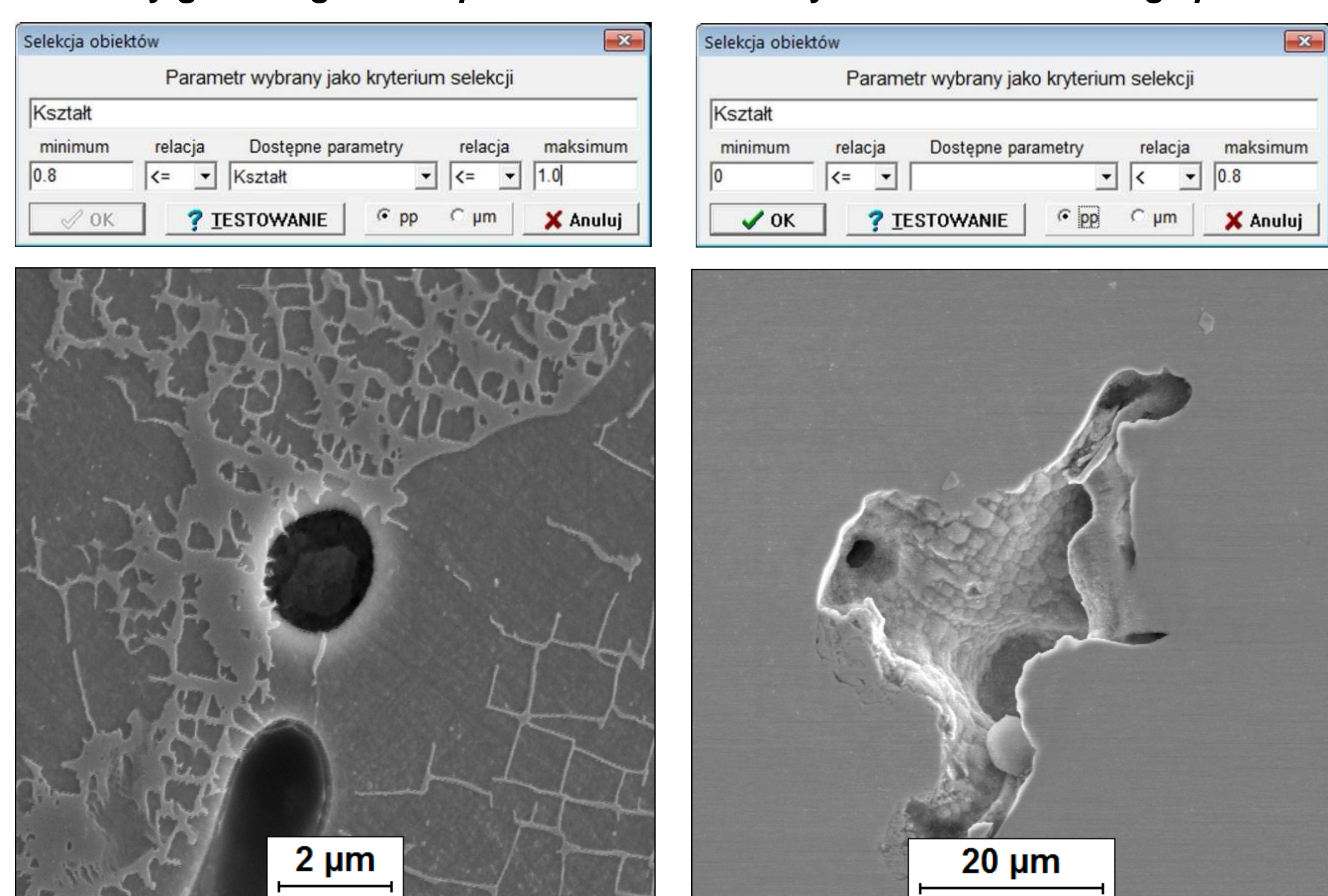
Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego  
Advantages and restrictions of innovative solution

1. Rekonstrukcja granic ziaren na obrazach struktur materiałów jednofazowych w oparciu o własne rozwiązania. Możliwość szybkiej eliminacji nadmiarowych granic z obrazu binarnego.
  2. Łatwa weryfikacja zgodności analizowanych obiektów z ich obrazem binarnym.
  3. Przyjazny i łatwy do obsługi interfejs użytkownika.
  4. Szeroki zestaw mierzonych parametrów oraz sposobów prezentacji uzyskanych wyników.
  5. Możliwość dostosowania programu do potrzeb każdego użytkownika, w tym do stosowanych przez niego norm.
  6. Bogaty zestaw specjalistycznych modułów do rozwiązywania specyficznych problemów pomiarowych.
1. Reconstruction of grain boundaries on images of single-phase materials (based on the author's own solutions). Possibility of fast elimination of excessive boundaries from binary images.  
 2. Easy verification of conformity of objects being analysed and their binary image.  
 3. Friendly user interface.  
 4. Broad set of characterised parameters and ways of results presentation.  
 5. Possible adaptation of the program to needs of each user, including various standards.  
 6. Broad set of modules for solving specialist measurements problems. Automatic measuring procedure can be disturbed by small differences in greyness level of measured objects and background.

2

Pory gazowe/gaseous pores

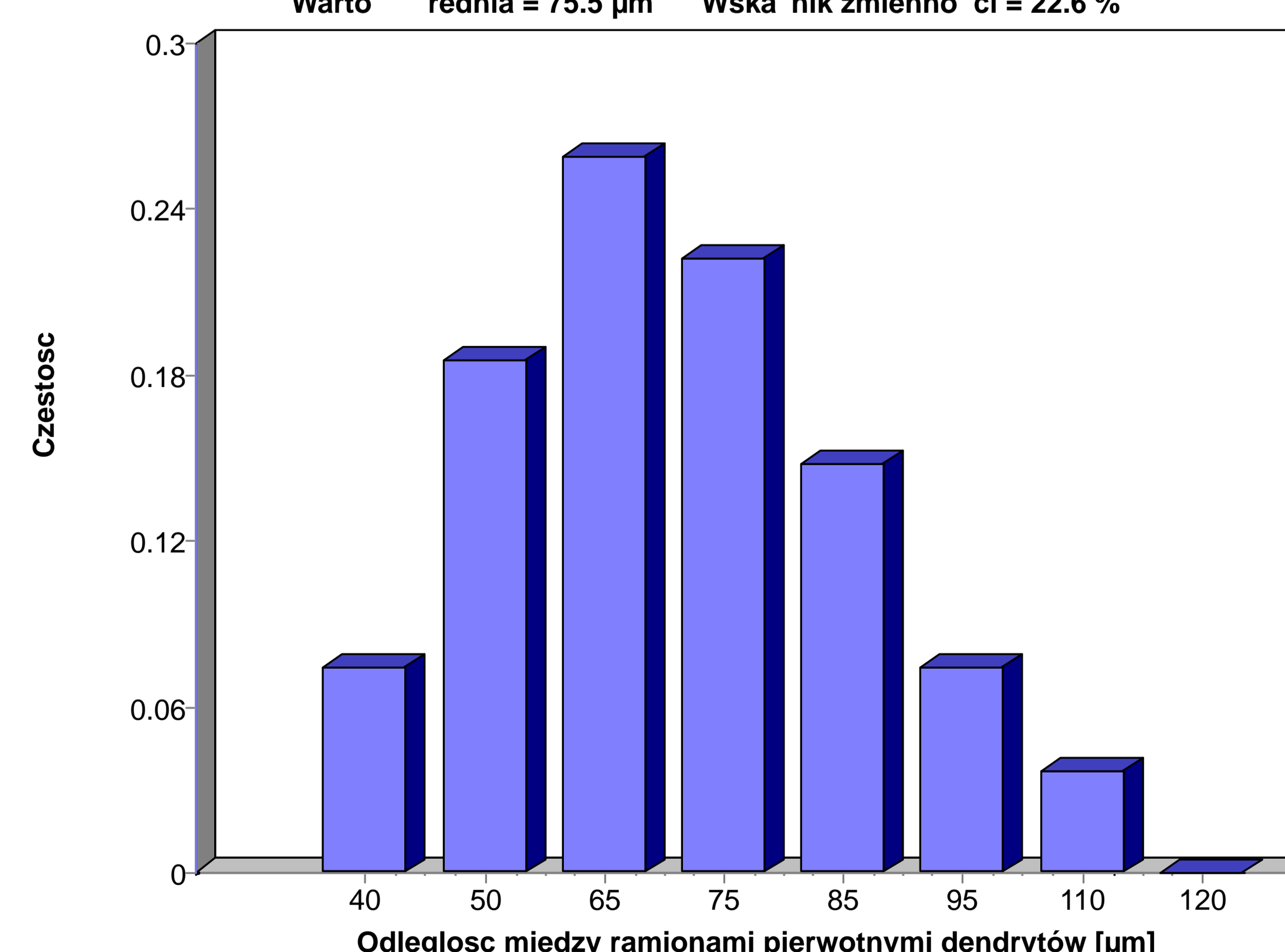
Pory skurczowe/shrinkage pores



Selekcja porów według mechanizmu ich powstawania  
Selection of the pores according to their formation mechanism

Całkowita liczba dendrytów = 27  
Wartość minimalna = 47,5 μm  
Wartość średnia = 75,5 μm

Liczba dendrytów na wykresie = 27  
Wartość maksymalna = 118 μm  
Wskaźnik zmienności = 22,6 %



Histogram przedstawiający odległości między pierwotnymi ramionami dendrytów wyznaczoną dla próbki przedstawionej powyżej.  
Histogram showing the primary dendritic arm spacing determined for the sample shown above.