

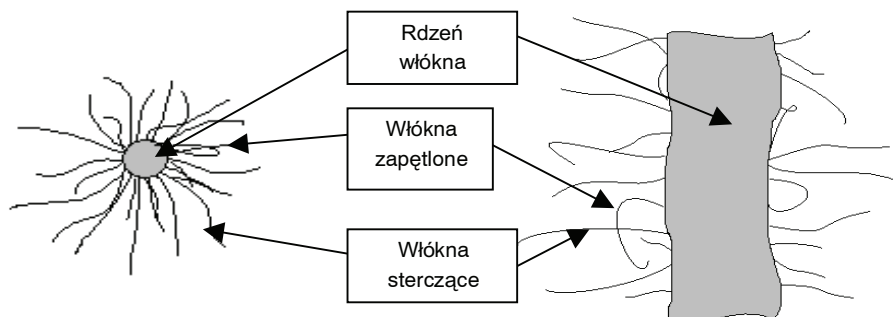
Marcin Kuzański*, Dominik Sankowski*

Algorytm detekcji krawędzi w zastosowaniu do komputerowej oceny jakości przędzy**

1. Wprowadzenie

Włochatość jest jednym z wielu parametrów charakteryzujących przędzę, od którego zależy jakość wyrobów gotowych, czyli tkanin i dzianin.

Istotę włochatości pokazano na rysunku 1, gdzie wokół rdzenia przędzy widoczne są luźne, odstające włókna, których ilość, długość i charakter decyduje o stopniu włochatości przędzy.



Rys. 1. Przekrój przędzy i jej włochatość

Włókna można podzielić na sterczące i zapętłone. Włochatość przędzy jest skomplikowanym, niejednorodnym parametrem, który bardzo trudno jednoznacznie zdefiniować. Najprawdopodobniej z tych właśnie powodów wynika mnogość sposobów definiowania włochatości – od najprostszyc, jak siedmiostopniowa skala włochatości Onions and Yates, do bardzo skomplikowanych.

* Katedra Informatyki Stosowanej, Politechnika Łódzka

** Projekt realizowany w ramach stypendium z programu Mechanizm WIDDOK współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Budżetu Państwa (nr umowy Z/2.10/II/2.6/04/05/U/2/06).

Najważniejsze metody określania włochatości to [1]:

- N_1 – liczba sterzących włókien w jednostce długości,
- N_2 – liczba włókien zapętlnych w jednostce długości,
- $N_f = N_1 + N_2$,
- N_y – liczba wystających końcówek w odległości y od osi włókna,
- L_1 – średnia długość wystających włókien,
- L_2 – średnia długość zapętlnych włókien.

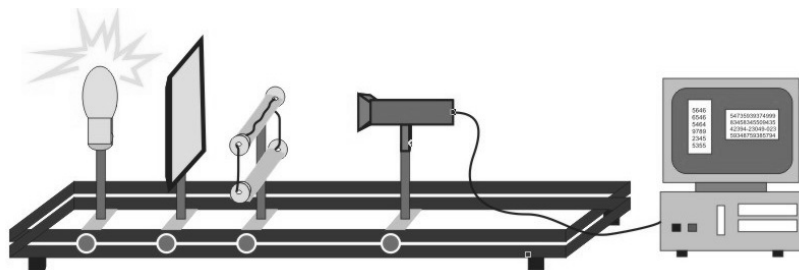
Najpopularniejsze przyrządy stosowane obecnie do pomiaru włochatości przędzy w laboratoriach i przemyśle to aparat Shirleya i aparat Uster Tester 3, w których pomiar włochatości wykonywany jest metodami fotoelektrycznymi. W innych przyrządach stosowane są metody wagowe i pojemnościowe [1]. Wspólną wadą tych metod jest uśrednianie wyników i niemożność uzyskania rozkładu długości odstających włókien. Zaproponowana przez autorów metoda komputerowej analizy obrazu przędzy nie powoduje uśredniania wyników w przeciwieństwie do wyżej wymienionych metod. Ponadto metoda ta nie wprowadza błędów pomiaru długości dla włókien zagiętych lub pochylonych. Zastosowanie inteligentnych procedur analizy obrazu stwarza możliwość obliczenia rzeczywistej długości włókna metodą śledzenia jego krawędzi i wyeliminowania błędów powyższych metod, wprowadzając nową jakość w tej dziedzinie badań.

Współczesne urządzenia włókiennicze mają podany zakres włochatości przędzy, przy którym mogą poprawnie pracować. Przekroczenie tego zakresu może spowodować zerwanie nici, zmianę wyglądu wyrobu i inne problemy produkcyjne. Dlatego też badanie włochatości jest przeprowadzane regularnie w każdym nowoczesnym zakładzie produkcyjnym z branży włókienniczej.

2. Komputerowy system pomiaru włochatości przędzy

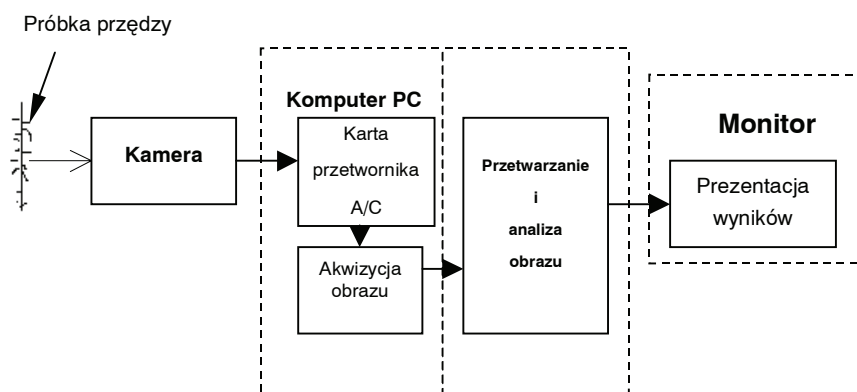
Wraz z rozwojem sprzętu komputerowego oraz pojawieniem się nowych wymogów produkcyjnych, komputerowa metoda analizy obrazów znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle [2, 3].

W ramach prac badawczych prowadzonych w Katedrze Informatyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej nad opracowaniem nowej komputerowej metody pomiaru włochatości przędzy zostało zaprojektowane i zestawione stanowisko do automatycznej oceny jej jakości.



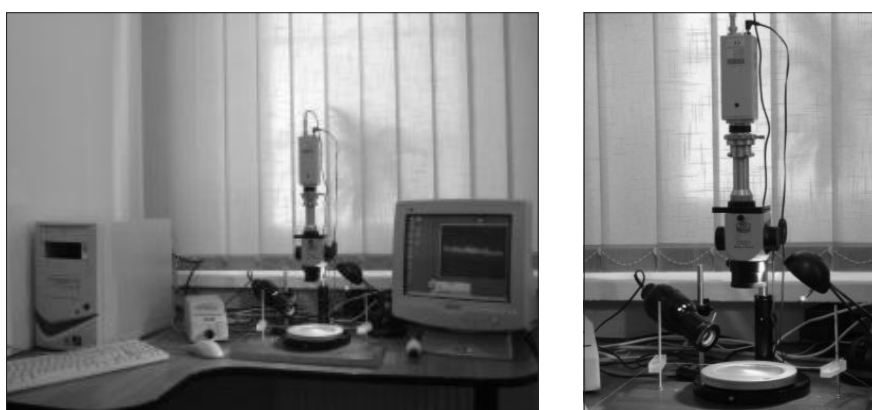
Rys. 2. Poglądowy schemat stanowiska do komputerowego pomiaru włochatości przędzy

Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono schemat poglądowy oraz blokowy stanowiska do komputerowego pomiaru włóchatości przędzy z wykorzystaniem metody analizy obrazu [4].



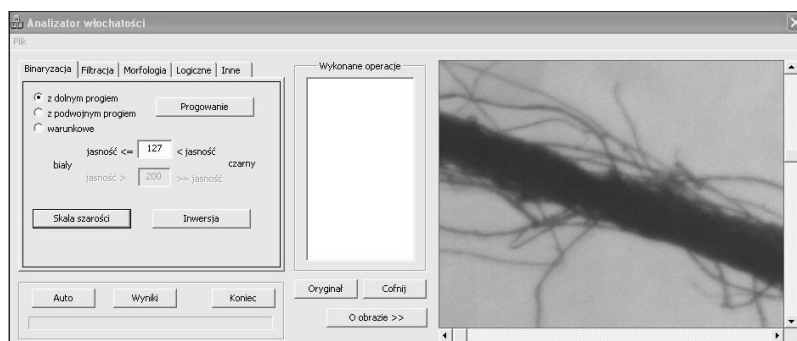
Rys. 3. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego przeznaczonego do pomiaru włóchatości przędzy

Rysunek 4 przedstawia fotografię stanowiska badawczego. Główne elementy układu to: źródło światła, biały ekran, badany obiekt, czyli próbka przędzy, kamera cyfrowa wraz z układem optycznym, komputer z kartą akwizycji obrazu i oprogramowaniem. Metoda analizy obrazu przędzy polega na wprowadzeniu obrazu przędzy do komputera w postaci cyfrowej i programowej obróbce. W tym celu przędzę umieszcza się przed prawidłowo oświetlonym jednolitym białym ekranem i kieruje na nią kamerę. Za pomocą kamery z odpowiednio ustawionym powiększeniem wykonuje się zdjęcie danej próbki, które poprzez kartę akwizycji obrazu przesyłane jest do komputera i może być analizowane przez program.



Rys. 4. Fotografia komputerowego stanowiska do pomiaru włóchatości przędzy

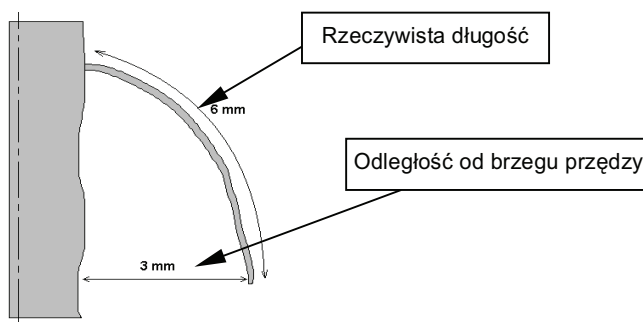
Wyniki pomiaru prezentowany jest na ekranie monitora w postaci graficznej oraz wyznaczonej liczbie odstających włókien i ich długości w milimetrach na danym odcinku przędzy [4]. Na rysunku 5 przedstawiono wygląd okna głównego aplikacji „Analizator włochatości” służącego do pomiaru włochatości przędzy.



Rys. 5. Wygląd okna głównego aplikacji „Analizator włochatości”

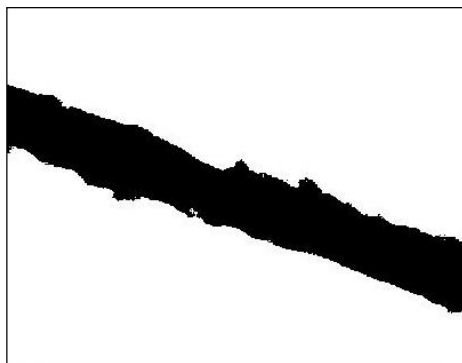
3. Algorytm detekcji krawędzi

W zaproponowanej metodzie komputerowej analizy obrazu ocena włochatości polega na wyznaczeniu rzeczywistej długości odstających włókien od rdzenia przędzy oraz ich liczby (rys. 6) [5].



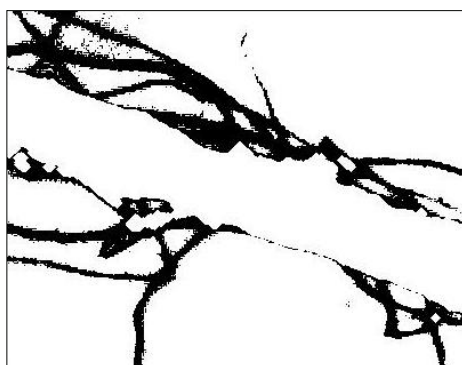
Rys. 6. Przekrój podłużny przędzy

Badany obraz przędzy pobrany z mikroskopu poddany jest konwersji do obrazu monochromatycznego oraz filtracji w celu usunięcia drobnych zakłóceń. Następnie zostaje poddany operacji segmentacji, której celem jest wydzielenie z obrazu odstających włókien przędzy [4, 6]. Pierwszy etap segmentacji polega na wydzieleniu z obrazu rdzenia przędzy za pomocą binaryzacji z dolnym progiem (rys. 7).



Rys. 7. Obraz wyodrębnionego rdzenia przędzy

Do wyeliminowania zakłóceń pozostałych w uzyskanym obrazie stosowana jest operacja morfologiczna otwarcia, natomiast w celu poszerzenia rdzenia przędzy operacja dylatacji. Następnie w celu wyodrębnienia odstających włókien przędzy wykonywana jest operacja iloczynu logicznego pomiędzy otrzymanym obrazem a obrazem rdzenia przędzy, w wyniku której rdzeń zostaje usunięty z obrazu (rys. 8).



Rys. 8. Obraz wyodrębnionych odstających włókien przędzy

W końcowym etapie przeprowadzana jest szkieletyzacja wyodrębnionych odstających włókien oraz usunięcie drobnych bocznych gałęzi powstałych w tym procesie, a następnie zliczana jest liczba odstających włókien oraz ich długość.

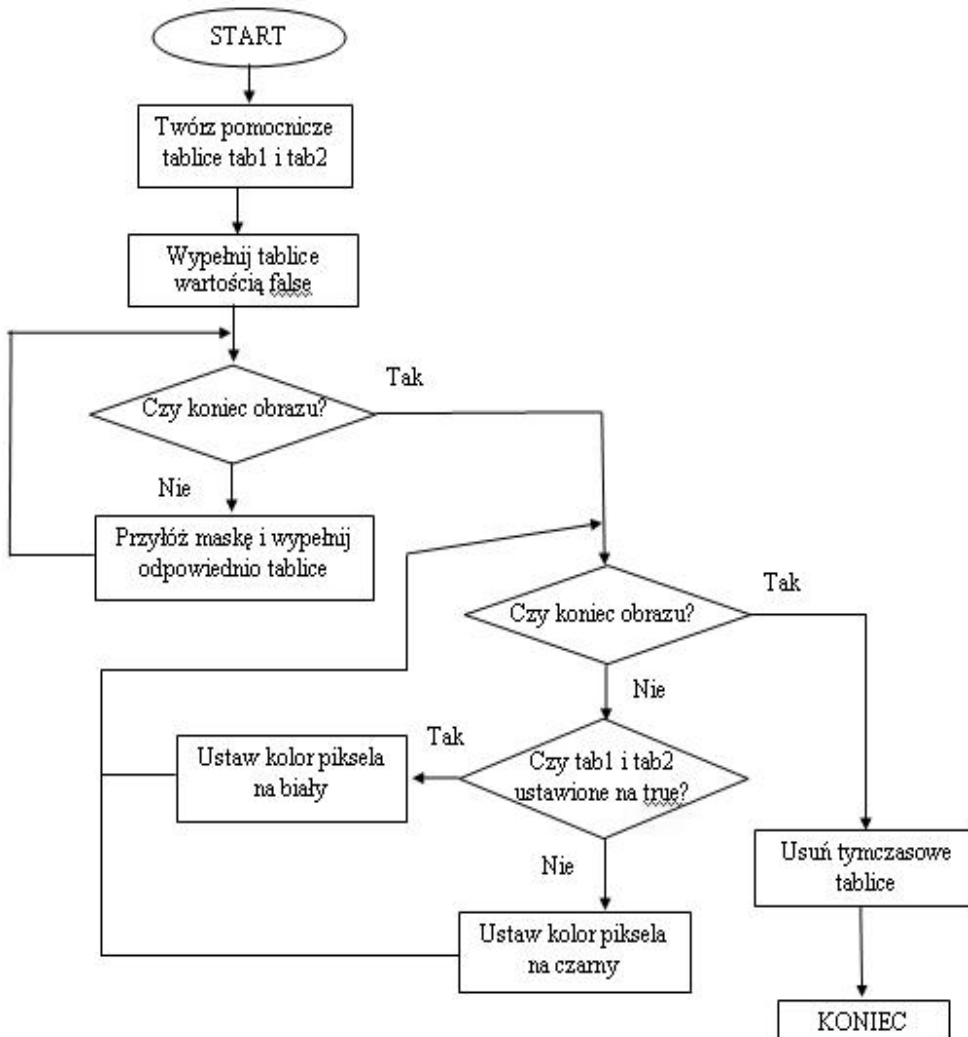
Istotnym problemem jest zagadnienie wyodrębnienia samej średnicy włókna. Wykonanie operacji szkieletyzacji na badanych obrazach wprowadziło duże zaburzenia w postaci dodatkowych odgałęzień oraz przerw w ciągłości odstających włókien od rdzenia przędzy. Dlatego w celu wyeliminowania powyższych wad opracowany został algorytm wyznaczający lewą i górną krawędź włókna, który przy użyciu odpowiednich masek (tab. 1) po napotkaniu włókna sprawdza jego średnicę.

Tabela 1

Maski wykorzystane w algorytmie wykrywania lewej i górnej krawędzi włókna

Maska	Wykonywana instrukcja						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">255</td><td></td></tr> </table>	0	0	0		255		tab1[x][y]=true tab2[x][y]=true
0	0	0					
	255						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">255</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">255</td></tr> </table>	255	0	255	tab1[x][y]=true tab2[x][y]=true			
255	0	255					
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">255</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> </table>	255	0	0	tab1[x][y]=true			
255	0	0					
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td></td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">255</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;">0</td></tr> </table>		0	255	0		0	tab1[x][y]=true tab2[x][y]=true
	0						
255	0						
	0						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">255</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">255</td></tr> </table>	255	0	255	tab1[x][y]=true tab2[x][y]=true			
255							
0							
255							
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">255</td></tr> </table>	0	0	255	Tab2[x][y]=true			
0							
0							
255							
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td></td><td style="text-align: center;">255</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td></td></tr> </table>		255	0	0	0		tab1[x][y]=true tab2[x][y]=true
	255	0					
0	0						
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td style="text-align: center;">255</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> </table>	255	0	0	0	tab1[x][y]=true tab2[x][y]=true		
255	0						
0	0						

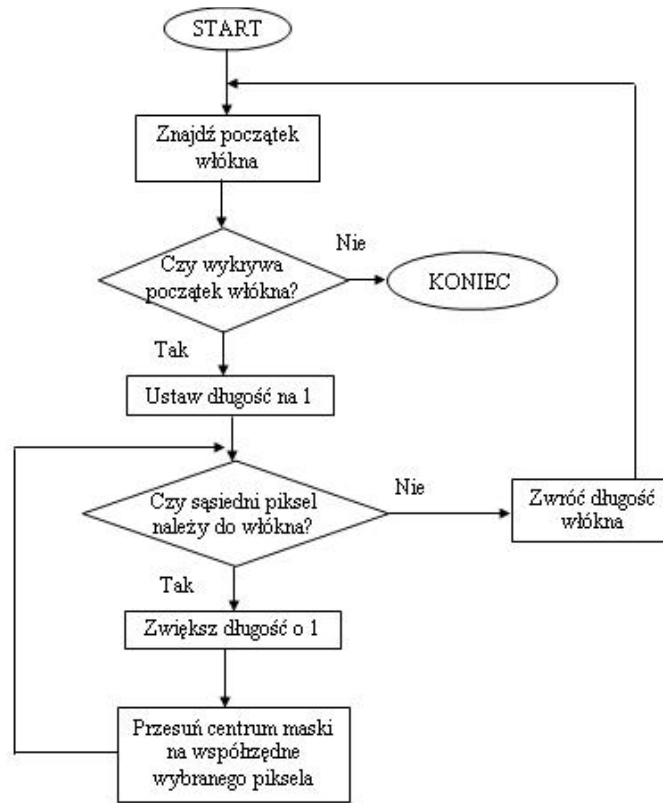
* 0 = kolor czarny, 255 = kolor biały



Rys. 9. Schemat blokowy algorytmu wyznaczania lewej i górnej krawędzi włókna

Gdy wynosi ona więcej niż jeden piksel, eliminuje jego grubość do jednego piksela. Dzięki temu ponowne wykonanie operacji szkieletyzacji nie powoduje zerwania ciągłości włókna. Zasadę działania algorytmu, wyznaczającego lewą i górną krawędź włókna przedstawia powyższy schemat blokowy (rys. 9).

W celu poprawnego zliczenia odstających włókien, jakie zostały wyszczególnione w obrazie, oraz obliczenia ich długości wykonany został dedykowany temu zagadnieniu algorytm, którego idea została przedstawiona na rysunku 10.



Rys. 10. Schemat blokowy algorytmu obliczania długości włókna

Przeszukiwanie kolejnego piksela włókna odbywa się wokół punktu centralnego przyłożonej maski. Za pomocą danego schematu przedstawionego na rysunku 11 określony jest kierunek i kolejność przeglądania sąsiednich pikseli obrazu.

7	8	1
6	Piksel centralny	2
5	4	3

Rys. 11. Schemat określania kierunku i kolejności przeglądania sąsiednich pikseli

4. Podsumowanie

Włochatość jest bardzo ważnym parametrem charakteryzującym przędzę. Parametr ten decyduje czy proces produkcji jest szybki, sprawny, a tym samym mniej kosztowny, dlatego do pomiaru włochatości stosuje się metody wiarygodne i niezawodne. Komputerowa metoda analizy obrazu przędzy wykorzystująca inteligentne procedury przetwarzania i analizy obrazu w przeciwieństwie do przemysłowych metod pomiaru włochatości przędzy nie powoduje uśredniania wyników. Większość metod przemysłowych takich jak aparat Shirleya czy Laserpot LSP mierzą długość włókna jako największą odległość promienia światelnego od brzegu przędzy. Przy tej odległości promień zostanie jeszcze przecięty przez włókno [1]. Pomiar ten jest dokładny tylko wówczas, gdy włókno jest proste i prostopadłe w stosunku do brzegu przędzy. Często jednak włókna są zagięte, choćby przy ich przesuwaniu lub z powodu podmuchu powietrza. Zastosowanie zaproponowanych w artykule algorytmów daje możliwość uzyskania w wyniku pomiaru rzeczywistej długości odstających włókien od rdzenia przędzy oraz ich liczbę, co eliminuje wady pomiarowe innych metod.

Literatura

- [1] Barella A.: *Hairiness testing of yarns*, in *PROGRESS IN TEXTILES*. Science & Technology, Volume 1, editor Kothari V.K., *Testing and Quality Management*, 1998
- [2] Tadeusiewicz R., Korohoda P.: *Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów*. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków, 1997
- [3] Wojna L., Majorek M.: *Komputerowa analiza obrazu*. FOTOBIT-DESIGN, Kraków, 1994
- [4] Kuzański M., Jackowska-Strumiłło L.: *Projekt komputerowego systemu do pomiaru włochatości przędzy*. XIII Konferencja Sieci i Systemy Informatyczne SiS'2005, Łódź, 453–461
- [5] Jackowska-Strumiłło L., Strzecha K., Grzelewski A., Kuzański M.: *Zastosowanie metod przetwarzania i analizy obrazu do oceny włochatości przędzy*. SŁOK'2004, Półrocznik AGH Automatyka, Kraków, t. 8, z. 3, 2004, 81–86
- [6] Kuzański M., Jackowska-Strumiłło L.: *Yarn hairiness determination by the use of image processing and analysis versus classical methods*. 8-th International Conference „The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics” CADSM'2005, Lviv, Ukraine 2005, 405–407

