



Analiza porównawcza urządzeń do pomiaru barwy wyrobów włókienniczych

GILEWICZ PAULINA, RUTOWICZ JOANNA¹,
FRYDRYCH IWONA, CICHOCKA AGNIESZKA

Politechnika Łódzka, Instytut Architektury Tekstyliów, Zakład Odzieżownictwa i Tekstroniki,
90-924 Łódź, ul. Zeromskiego 116,

¹Instytut Przemysłu Skórzanego, Laboratorium Badań Produktów, Procesów i Środowiska,
91-462 Łódź, ul. Zgierska 73, 800159@edu.p.lodz.pl

Streszczenie. W artykule podjęta została próba zastosowania nowej technologii pomiaru zmiany barwy z wykorzystaniem urządzenia DigiEye. Porównanie DigiEye z powszechnie wykorzystywanym w przemyśle spektrofotometrem Mecheth 2020 miało na celu określenie zależności między wskazaniami obu przyrządów pomiarowych. Próbkę do oceny zmiany barwy na obu urządzeniach poddano naświetlaniu w aparacie Xenotest 150. Proces starzenia został zrealizowany wg metody niebieskiej skali. Wyniki badań uzyskano poprzez pomiar przed testem starzenia oraz po każdym zwolnieniu przesłony podczas naświetlania badanych próbek. Analiza wyników zmiany barwy została wykonana w systemie barwnym CIE L*a*b*. Badania przeprowadzono dla tkanin poliestrowych przeznaczonych na wierzchnie wyroby odzieżowe.

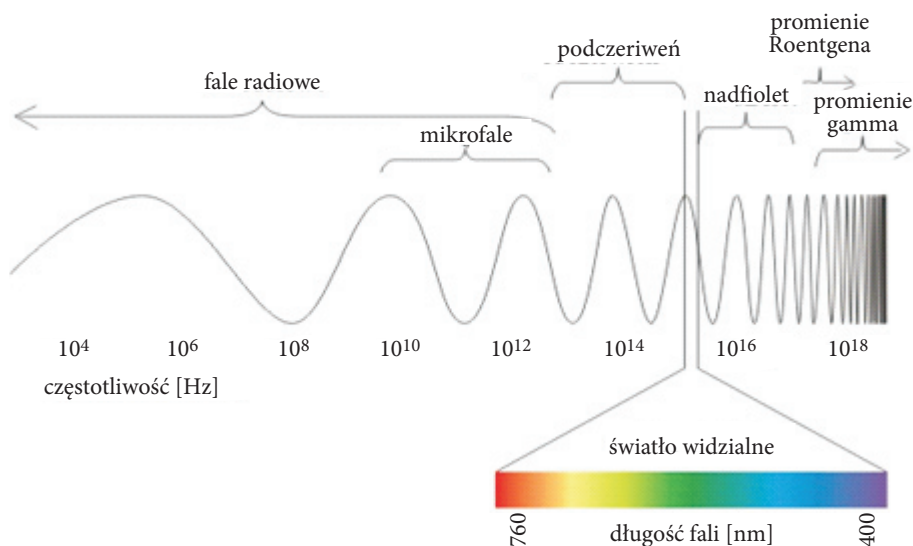
Słowa kluczowe: włókiennictwo, spektrofotometr, kolorymetr

DOI: 10.5604/12345865.1116883

1. Wprowadzenie

Barwa jest psychofizycznym wrażeniem wywołanym przez fale świetlne odbierane za pomocą zmysłu wzroku. Promieniowanie elektromagnetyczne, wpadając do oka człowieka, ulega odbiciu od powierzchni nieprzezroczystych lub rozproszeniu, przechodząc przez ciało przezroczyste. U większości ludzi zakres promieniowania widzialnego mieści się w granicach $\lambda = 400\text{-}700\text{ nm}$. W przypadku aparatów cyfrowych charakterystyka spektralna jest podobna do widmowej charakterystyki czopków

siatkówki oka człowieka [1]. Określenie koloru jest uzależnione od widmowego promieniowania świetlnego, ilości energii świetlnej oraz obecności innych barw w otoczeniu wybranego koloru. Barwa obserwowanego obiektu powstaje w wyniku oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego z substancją barwną, którą ten obiekt jest zabarwiony. Wykonanie pomiaru polega na prawidłowym odczytaniu zjawiska fizycznego, w tym przypadku wrażenia barwnego. Interpretacja zjawiska polega na zasadzie syntezy addytywnej, czyli wyrażeniu barwy poprzez system liczbowy.



Rys. 1. Rozkład widmowy fal elektromagnetycznych [6]

Zastosowanie w przemyśle urządzeń do pomiaru barwy pozwoliło na obiektywizację tego procesu. Jednakże wiązało się to również z powstaniem problemów dotyczących różnic w parametrach urządzenia pomiarowego. Modele takie jak RGB czy też CMYK, powszechnie znane w grafice komputerowej, zależne są od rodzaju urządzenia wykorzystywanego do określenia zmiany barwy. Modele te zaliczane są do zależnych od urządzeń pomiarowych. Konieczne było stworzenie systemu, który pozwoli na jednoznaczne określenie barwy i jej zmian, czyli systemu niezależnego od urządzenia pomiarowego. Model ten powstał na bazie statystycznej analizy określającej uśrednioną możliwość postrzegania barw przez obserwatora. Model standardowego obserwatora stał się podstawą systemu niezależnego od urządzenia pomiarowego. Modyfikacje systemów barwnych pozwoliły na stworzenie modelu CIE $L^*a^*b^*$ [4]. Bazuje on na przypisaniu barwie cech: jasności, nasycenia i odcienia. Odcień stanowi główną cechę barwy, która zmienia się wraz ze zmianą długości fali światła w zakresie widzialnym. Nasyceniem jest procentowa zawartość odcienia

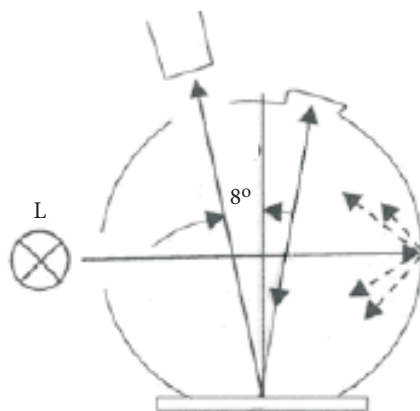
w barwie, a jasność to procentowa cecha barw achromatycznych (biel, czern i odcienie szarości). Założeniami systemu CIE $L^*a^*b^*$ są współrzędne opisujące przestrzeń barwną. Dwie osie oznaczone odpowiednio a i b przecinają się prostopadłe w stosunku do siebie. Trzecia oś prostopadła do płaszczyzny ab — oś L oznacza jasność. Zaletą tego systemu to łatwość porównywania barw, która jest tak ważna podczas produkcji wyrobów o złożonych wzorach barwnych [3]. Różnica barwy ΔE w systemie CIE $L^*a^*b^*$ określana jest wg norm PN-EN 105-J01:2002 oraz PN-EN105-J03:2009. Ważnym zjawiskiem podczas określania barwy jest metameryzm polegający na różnej percepcji barwy tego samego obiektu w zależności od rodzaju światła, którym obiekt jest oświetlony.

2. Urządzenia do pomiaru barwy

Cyfrowa analiza barwy możliwa jest dzięki skanerom i aparatom cyfrowym. Skanery mają ograniczone możliwości pomiaru barwy. Istnieje możliwość czytania barwy tylko z płaskich i cienkich obiektów. Problemem podczas wykorzystywania skanerów jest również tekstura badanego przedmiotu, powodująca zmianę barwy podczas skanowania. Aparaty cyfrowe wykonują zdjęcia w trzech kanałach barwnych, które odpowiadają transmisji światła trzech kolorowych filtrów przepuszczalności: czerwonego, zielonego i niebieskiego (RGB). Ich atutem jest bezdotykowa możliwość uchwycenia barwy fotografowanego przedmiotu [2].

Spektrofotometry odgrywają znaczącą rolę w pomiarach barwy. Pomiarы wykonane na spektrofotometrze charakteryzuje duża dokładność oraz jednorodność barwy badanego obiektu. Mierzony współczynnik odbicia powszechnie wykorzystywany jest do określania barw w przemyśle włókienniczym [5]. Miarą współczynnika odbicia jest odbite światło wewnątrz kuli całkującej, którego strumień oświetla próbkę pod kątem 8° . Taka metoda pozwala uniknąć efektu lustrzanego podczas badania barwy. Jednakże badania wykonywane na spektrofotometrze wymagają czasu. Trudności mogą sprawiać skomplikowane, małe wzory na powierzchni badanej tkaniny. Uzyskanie wyników ze spektrofotometru trwa dłużej niż dokonanie oceny wizualnej. Badana próbka jest kilkakrotnie składana, a następnie umieszczana w łapkach urządzenia, w okienku o przekątnej jednego cala. Zabieg składania próbki konieczny jest do wyeliminowania błędów spowodowanych prześwitami na niezłożonej próbce.

Stworzenie nowej techniki bezkontaktowego pomiaru pozwala na zrobienie zdjęcia i wykonanie na nim szeregu pomiarów określających cechy barwy. Taka technika umożliwia bezkontaktowy pomiar w zaledwie kilka sekund. Wyniki badań uzyskuje się na podstawie wskazania na monitorze komputera punktu na próbce lub zaznaczenia całego obszaru badanego obiektu. Wynik pokazany jest jako uśredniona wartość z zaznaczonego obszaru. DigiEye umożliwia również pozyskanie obrazu



Rys. 2. Geometria stosowana przy odbiciu światła $d/8^\circ$, gdzie: L — źródło światła [6]

powierzchni z połyskiem i teksturą. Cała analiza i uzyskanie wyników badanej próbki wykonywane są wirtualnie. Opcja wykorzystana do badań działa na zasadzie chromatycznej adaptacji. Jest to zdolność mózgu polegająca na postrzeganiu barw w zależności od oświetlenia. Próbka umieszczona jest w oświetlonej kabine wyposażonej w specjalnie opracowane oświetlenie. Źródłem światła są umieszczone po obu stronach kabiny specjalnie przygotowane żarówki. Aby światło spełniało wymagania normy ISO 23603:2005 przygotowano specjalne oświetlenie zawierające mieszaninę fluorescencji illuminantu D65 oraz światło diody LED.

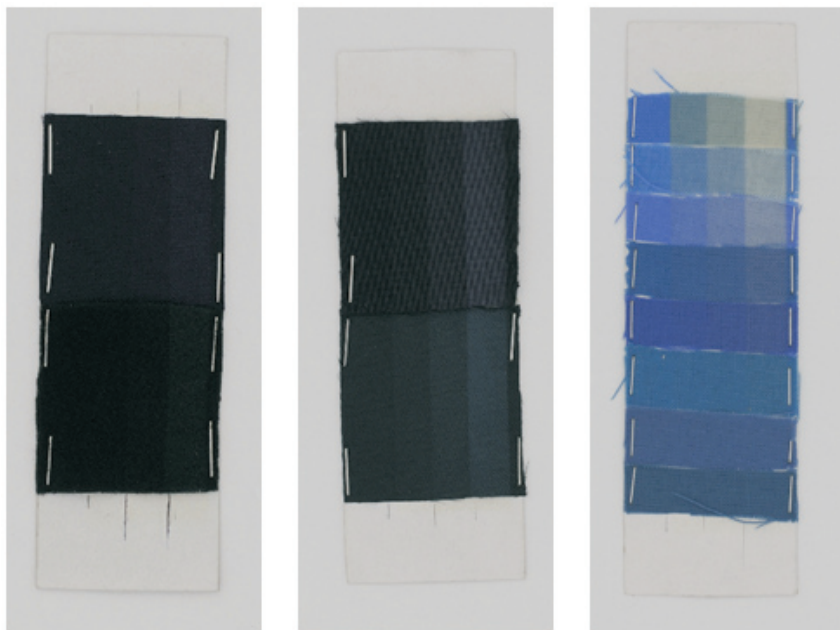
3. Metodologia

Odporność na światło to stabilność barwnika w czasie długotrwałego wystawienia wybarwionej nim tkaniny lub dzianiny na działanie światła.

Badaniu poddane zostały cztery próby czarnych tkanin i dzianin o różnej strukturze. Wybrane próby naświetlano lampą ksenonową w aparacie Xenotest 150 (firmy Herau) według normy PN-EN ISO 105-B05:2013 metoda 2. Próbki były naświetlane w warunkach normalnych. Naświetlanie prowadzono etapowo. Pierwszy etap obejmował naświetlanie badanych prób z przesłoną I przesłaniającą 1/4 badanej powierzchni. Zmiana uzyskana na wzorcu nr 4 powinna odpowiadać stopniowi 4 według szarej skali. Następnie założono kolejną przesłonę przesłaniającą 1/2 powierzchni, naświetlanie prowadzono do uzyskania zmiany na wzorcu nr 6 odpowiadającej stopniowi 4 według szarej skali. Ostatnia przesłona stanowi 3/4 powierzchni badanych prób. Naświetlanie powinno trwać do momentu uzyskania zmiany na wzorcu nr 7 odpowiadającej stopniowi 4.

Test zakończono w momencie uzyskania kontrastu 3-4 wg szarej skali na 6 wzorcu niebieskiej skali. Test skrócono ze względu na bardzo długi czas wymagany do

osiągnięcia wymagań normy (należy uzyskać zmianę równą 3 według szarej skali na wzorcu nr 7 niebieskiej skali). Pomiaru wykonywane były dla illuminantu D65, a zaobserwowane zmiany barwy przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Zdjęcia badanych prób wykonanych za pomocą DigiEye

Na podstawie oceny wzrokowej i pomiaru charakterystyk widmowych na spektrofotometrze Macbeth Color-Eye 2020+ wyznaczono odporności na test starzenia odpowiednio dla każdej próby na:

- próba 1 na poziomie 6 paska niebieskiej skali,
- próba 2 na poziomie 5 paska niebieskiej skali,
- próba 3 na poziomie 4 paska niebieskiej skali,
- próba 4 na poziomie 4/5 paska niebieskiej skali.

Analizę przeprowadzono poprzez pomiar naświetlanych powierzchni po zmianie kolejnych przesłon w czasie naświetlania. Do pomiaru zmiany barwy posłużono się spektrofotometrem Macbeth Color-Eye 2020+ i kolorymetrem DigiEye, porównując otrzymane wyniki. Poniżej przedstawiono wyniki w postaci krzywych reemisji, które uzyskano za pomocą obu urządzeń. Przykładowo przedstawiono wyniki uzyskane dla próby nr 3 o najniższej odporności i największych kontrastach pomiędzy naświetlanymi powierzchniami próby. Analizę wyników wykonano dla zakresu pomiarowego 400-700 nm co 20 nm (rys. 4, 5, 6). Wykresy przedstawiono dla zakresu 400-650 nm, ponieważ dla widm wykonanych spektrofotometrem,

powyżej 650 nm, wartości reemisji znacząco rosną (tabele 1, 2, 3, 4), gdyż badane próby nie mają właściwości tłumienia reemisji w podczerwieni. Spektrofotometr posiada geometrię d/8, co oznacza, że próbka oświetlona jest światłem rozproszonym przy użyciu kuli całkującej, a wiązka obserwowana jest pod kątem 8 stopni. Wartości współczynnika odbicia przedstawione są za pomocą widma w funkcji długości fali. Otrzymuje się więc rzeczywiste wartości współczynników reemisji w całym zakresie światła widzialnego [7].

W przypadku kolorymetru typu DigiEye, gdzie do rejestracji obrazów wykorzystywany jest cyfrowy aparat fotograficzny, wyniki otrzymuje się w postaci cyfrowego zapisu, który można później przedstawić jako barwny obraz. Wykorzystując oprogramowanie, uzyskany obraz dopasowywany jest do najbliższego z wpisanych kolorów podczas kalibracji. Do kalibracji stosowana jest paleta barw oświetlana standardowym oświetleniem w kabinie.

4. Wyniki i dyskusja

Na podstawie charakterystyki widmowej obliczono współrzędne barwy CIE $L^*a^*b^*$, dzięki którym w prosty sposób można wyznaczyć różnice barwy pomiędzy próbkami nienaświetlanymi a próbą po przeprowadzonym teście odporności na światło. Wyznaczono także różnice barwy pomiędzy współrzędnymi uzyskanymi podczas pomiarów różnymi aparatami, tj. przy użyciu spektrofotometru Macbeth i kolorymetru DigiEye. Wartości współrzędnych barwy dla poszczególnych próbek przedstawiono w tabelach 1-4.

TABELA 1

Współrzędne barw $L^*a^*b^*$ i różnice barwy ΔE dla próby 1

	Spektrofotometr Macbeth			Kolorymetr DigiEye						
	L	a	b	L	A	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
P1 nienaświetlona	19,13	1,91	-4,66	18,69	1,96	-4,37	-0,44	0,05	0,29	0,5
P1 po I przesłonie	19,36	1,87	-4,74	18,69	1,96	-4,37	-0,67	0,09	0,37	0,8
P1 po II przesłonie	19,61	2,06	-5,72	19,06	2,89	-7,65	-0,55	1,72	-1,93	2,6
P1 po III przesłonie	20,54	2,34	-7,95	20,55	2,87	-8,23	0,01	0,53	-0,28	0,6

TABELA 2

Współrzędne barw CIE L*a*b* i różnice barwy ΔE dla próby 2

	Spektrofotometr Macbeth			Kolorymetr DigiEye						
	L	a	b	L	A	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
P2 nienaświetlona	13,53	0,45	-1,14	12,97	-2,74	-0,68	-0,56	-3,19	0,46	3,3
P2 po I przesłonie	14,47	0,25	-0,90	12,97	-2,74	-0,68	-1,50	-2,99	0,22	3,4
P2 po II przesłonie	15,75	-0,16	-0,76	14,61	1,53	-0,29	-1,14	1,72	0,47	2,1
P2 po III przesłonie	18,05	-1,37	-0,90	16,32	-2,72	1,94	-1,73	-1,35	2,84	3,6

TABELA 3

Współrzędne barw CIE L*a*b* i różnice barwy ΔE dla próby 3

	Spektrofotometr Macbeth			Kolorymetr DigiEye						
	L	a	b	L	A	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
P3 nienaświetlona	19,6	0,35	-3,14	18,69	1,96	-4,37	-0,91	1,61	-1,23	2,2
P3 po I przesłonie	20,7	0,27	-2,95	19,34	-1,13	-2,54	-1,36	-1,40	0,41	2,0
P3 po II przesłonie	23,1	0,09	-4,14	22,58	1,58	-4,57	-0,52	1,72	-0,43	1,8
P3 po III przesłonie	27,3	-0,17	-6,55	26,22	0,47	-6,56	-1,08	0,64	-0,01	1,3

TABELA 4

Współrzędne barw CIE L*a*b* i różnice barwy ΔE dla próby 4

	Spektrofotometr Macbeth			Kolorymetr DigiEye						
	L	a	b	L	A	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
P4 nienaświetlona	19,13	1,94	-4,66	18,69	1,96	-4,37	-1,69	0,17	0,69	1,8
P4 po I przesłonie	19,36	1,87	-4,74	18,69	1,96	-4,37	-1,50	-1,07	-0,33	1,9
P4 po II przesłonie	19,61	2,06	-5,72	19,06	2,89	-7,65	-0,97	-1,02	-1,21	1,9
P4 po III przesłonie	20,54	2,34	-7,95	20,55	2,87	-8,23	0,23	-1,81	-0,47	1,9

Różnice pomiędzy otrzymanymi wynikami wahają się w przedziale od 0,5 do 3,6. Najmniejsze różnice uzyskano w przypadku próby 1, co związane jest z najwyższą odpornością próby. W przypadku próby 3 i 4 różnice zmiany barwy oscylują na poziomie $\Delta E = 2$. Duże różnice dla próby 2 wynikają z jej struktury. Próba 2 to dzianina typu polar, dla której kierunek ułożenia okrywy włókiennej podczas pomiaru ma wpływ na wyniki. Urządzenie DigiEye posiada aparat cyfrowy, który nie jest przewidziany do zastosowań kolorymetrycznych, może wpływać na czułość widmową, przez co wartości mogą odbiegać od znormalizowanych czułości

obserwatora kolorymetrycznego [8]. Różnice barwy pomiędzy próbkami nienaświetlonymi i próbkami po najdłuższej ekspozycji przy użyciu spektrofotometru Macbeth przedstawiono w tabeli 5, podczas gdy analogiczne wyniki uzyskane za pomocą kolorymetru DigiEye — w tabeli 6.

TABELA 5

Różnice barwy pomiędzy próbkami nienaświetlonymi i próbkami po najdłuższej ekspozycji.
Pomiary przy użyciu spektrofotometru Macbeth

Próba	Próba nienaświetlana			Próba po III przesłonie						
	L	A	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
próba 1	19,13	1,91	-4,66	20,54	2,34	-7,95	1,41	0,43	-3,29	3,6
próba 2	13,53	0,45	-1,14	18,05	-1,37	-0,9	4,52	-1,82	0,24	4,9
próba 3	19,6	0,35	-3,14	27,3	-0,17	-6,55	7,70	-0,52	-3,41	8,4
próba 4	19,13	1,94	-4,66	20,54	2,34	-7,95	1,41	0,40	-3,29	3,6

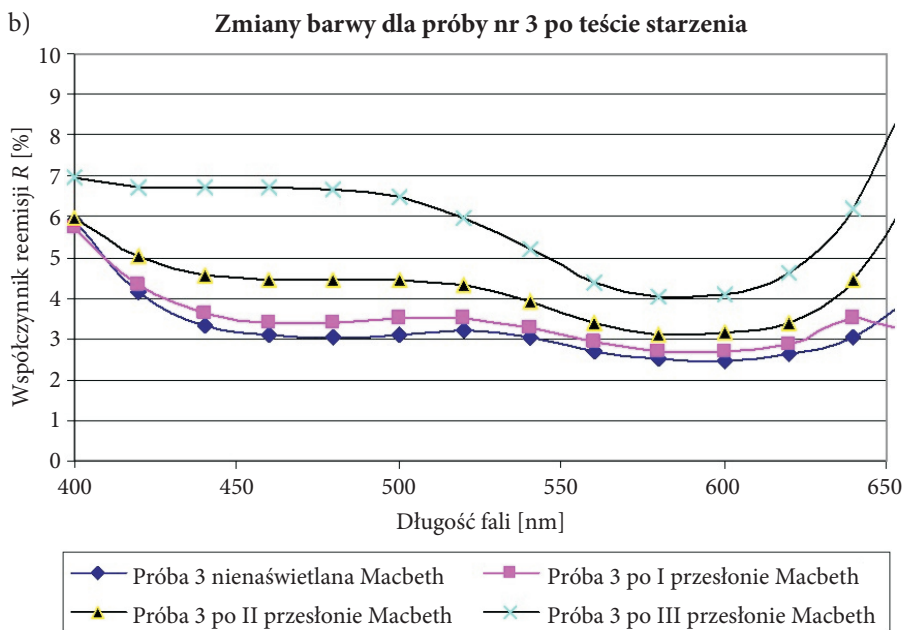
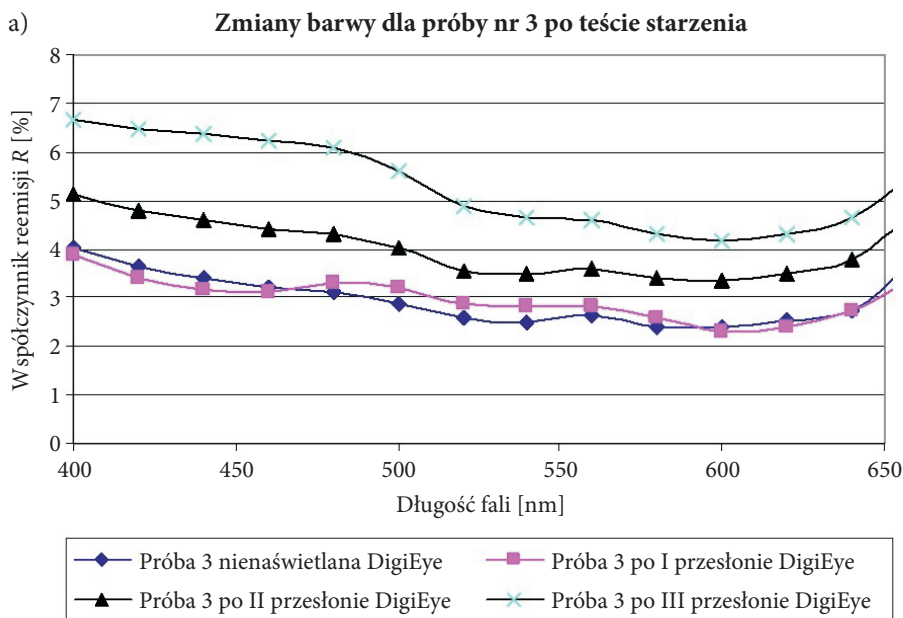
TABELA 6

Różnice barwy pomiędzy próbkami nienaświetlonymi i próbkami po najdłuższej ekspozycji.
Pomiary przy użyciu kolorymetru DigiEye

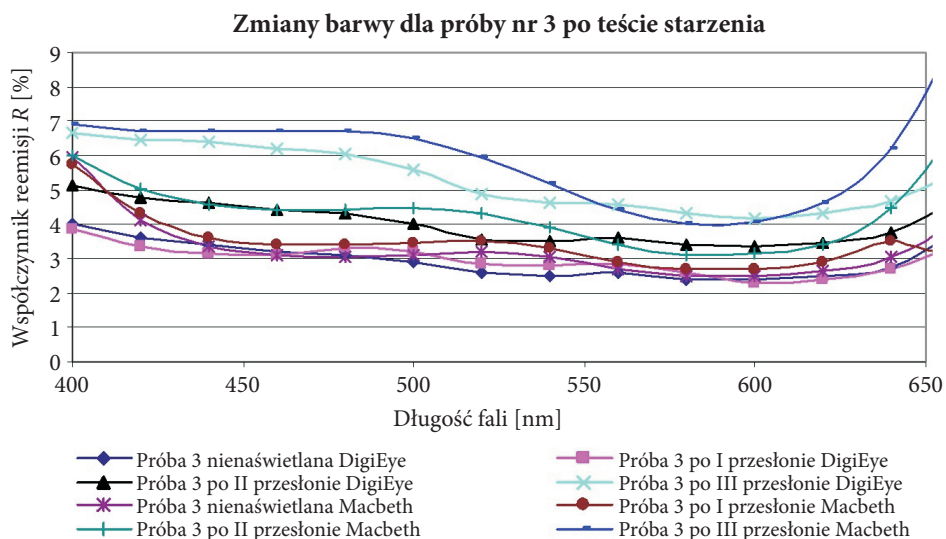
Próba	Próba nienaświetlana			Próba po III przesłonie						
	L	A	b	L	a	b	ΔL	Δa	Δb	ΔE
próba 1	18,69	1,96	-4,37	20,55	2,87	-8,23	1,86	0,91	-3,86	4,4
próba 2	12,97	-2,74	-0,68	16,32	-2,72	1,94	3,35	0,02	2,62	4,3
próba 3	18,69	1,96	-4,37	26,22	0,47	-6,56	7,53	-1,49	-2,19	8,0
próba 4	18,69	1,96	-4,37	20,55	2,87	-8,23	1,86	0,91	-3,86	4,4

W przypadku pomiaru różnicy barwy dla tej samej próby przed i po naświetlaniu można zaobserwować, że wartości zmiany barwy ΔE uzyskane dla tych samych prób w wyniku pomiaru na różnych aparatach są bardzo zbliżone. Wynika to z faktu, że kolorymetr DigiEye znajduje większe zastosowanie w pomiarze różnicy barwy dla jednego rodzaju prób niż w przypadku wyznaczenia dokładnych wartości bezwzględnych współrzędnych barwy CIE $L^*a^*b^*$.

W tabeli 7 przedstawiono przykładową charakterystykę widmową otrzymaną dla próby nr 3, w wyniku pomiarów na dwóch urządzeniach, w kolejnych etapach naświetlania. Otrzymane charakterystyki mają widma różniące się kształtem. Różnice te wynikają ze sposobu pomiaru i przeliczeń aparatów. Jednak poziom współczynników reemisji jest zachowany. Rysunki 4 i 5 przedstawiają widma uzyskane odpowiednio na spektrofotometrze i kolorymetrze. Natomiast na rysunku 5 nałożono widma z obu urządzeń dla zilustrowania różnic.



Rys. 4. Charakterystyki widmowe dla próby nr 3 uzyskane w wyniku pomiarów przy użyciu: a) kolorymetru DigiEye; b) spektrofotometru Macbeth



Rys. 5. Charakterystyki widmowe dla próby nr 3 uzyskane w wyniku pomiarów przy użyciu spektrofotometru Macbeth i kolorymetru DigiEye

TABELA 7

Współczynniki reemisji dla próby 3 w kolejnych etapach naświetlania otrzymane w wyniku pomiarów przy użyciu spektrofotometru Macbeth i kolorymetru DigiEye

Dł. fali [nm]	DigiEye				Macbeth			
	Próba 3 nienaświetlana	Próba 3 po I przesłonie	Próba 3 po II przesłonie	Próba 3 po III przesłonie	Próba 3 nienaświetlana	Próba 3 po I przesłonie	Próba 3 po II przesłonie	Próba 3 po III przesłonie
400	4,00	3,86	5,15	6,65	5,93	5,75	5,99	6,94
420	3,63	3,38	4,80	6,45	4,13	4,3	5,04	6,72
440	3,41	3,17	4,61	6,39	3,35	3,61	4,58	6,7
460	3,21	3,10	4,41	6,23	3,1	3,41	4,42	6,72
480	3,13	3,32	4,31	6,07	3,04	3,4	4,43	6,69
500	2,90	3,22	4,01	5,59	3,12	3,48	4,45	6,51
520	2,58	2,87	3,57	4,89	3,19	3,52	4,32	5,94
540	2,48	2,82	3,50	4,65	3,03	3,3	3,93	5,2
560	2,62	2,85	3,60	4,59	2,68	2,91	3,4	4,4
580	2,40	2,57	3,38	4,31	2,5	2,68	3,1	4,02
600	2,40	2,28	3,34	4,17	2,48	2,68	3,13	4,09
620	2,52	2,40	3,48	4,31	2,62	2,88	3,4	4,62
640	2,74	2,71	3,76	4,67	3,04	3,52	4,46	6,21

cd. tabeli 7

660	3,85	3,46	4,80	5,62	4,6	3,61	7,35	10,11
680	5,05	4,25	5,86	6,54	9,6	11,26	13,67	17,11
700	5,68	4,69	6,40	6,99	20,58	22,26	24,49	27,5

5. Wnioski

Po analizie wyników badań stwierdzono wpływ zastosowania urządzeń pomiarowych, programów przeliczających, zastosowanych rozwiązań technicznych, jak również stopień odporności barwników lub pigmentów oraz struktury powierzchni badanej na zmianę barwy każdego z badanych materiałów. W przypadku rozpatrywania uzyskanych wyników stopnia zmiany barwy pod względem otrzymanych danych dla tej samej próby, na dwóch różnych urządzeniach uzyskano duże różnice w zmianie barwy dla prób o wyraźnej strukturze, jak np. próba nr 3. Niewielkie różnice w wynikach zmian barwy na obu urządzeniach uzyskano dla próby nr 1, która ma dużą odporność na światło. W przypadku pomiarów różnicy barwy ΔE dla jednej próby przed naświetlaniem i po nim wyniki uzyskane na obu urządzeniach są bardzo zbliżone. Po wykonaniu badań niewykluczone jest stwierdzenie możliwości wykorzystania urządzenia DigiEye jako urządzenia pomiarowego do oceny zmiany barwy. Badania potwierdzające założoną tezę, konieczne do wyznaczenia korelacji między wartościami uzyskanymi na obu urządzeniach, są w trakcie realizacji.

Artykuł opracowany na podstawie referatu wygłoszonego na X Szkole–Konferencji „Metrologia Wspomagana Komputerowo — MWK’2014”, Waplewo, 27-30 maja 2014.

Artykuł wpłynął do redakcji 1.07.2014 r. Zweryfikowaną wersję po recenzji otrzymano 15.07.2014 r.

LITERATURA

- [1] MACDONALD L.W., *Developments in colour management systems*, Displays, 16, 4, 1996.
- [2] WILLIAMS S., *Practical colour management*, Optics & Laser Technology, 38, 2006, 399-404.
- [3] *Metrologia włókiennicza*, praca zbiorowa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1973.
- [4] TARASIUK J., *Problem barwy i koloru*, <http://home.agh.edu.pl/~tarasiuk/dydaktyka/doc/GFK/S/03.pdf>, dostęp 04.09.2013.
- [5] LAU L.N., KAN C.W., YUEN M.C.W., LAU R.K.W., *Study of the correlation between solid colors measured by spectrophotometer and DigiEye*, The First International Conference on Interdisciplinary Research and Development, 31 May — 1 June Thailand, 2011.
- [6] MIELICKI J., *Overview information about color*, Foundation for Development of Polish Colors, Lodz, 1997.
- [7] PIETRZYKOWSKI J., *Geometrie pomiaru stosowane w kolorymetrii i spektrofotometrii odbitego promieniowania optycznego i ich notacje*, Prace Instytutu Elektrotechniki, z. 237, 2008.

- [8] ŻAGAN W., MOĆKO W., *Analiza możliwości normalizacji wartości składowych trójchromatycznych z wykorzystaniem przekształcenia nieliniowego*, Prace Instytutu Elektrotechniki, z. 228, 2006.

P. GILEWICZ, J. RUTOWICZ, I. FRYDRYCH, A. CICHOCKA

**Comparative analysis of colour change measurement devices
in textile industry**

Abstract. In the paper there is presented a trial of application of new measurement principle of colour change with the use of DigiEye device. Comparison of DigiEye with commonly use in the textile industry spectrophotometer Macbeth 2020 was an aim of determination of relationship between parameters of both measurement systems. Samples for the colour change assessment on both measurement systems were first aged in the Xenotest 150. Ageing process was done according to the method of blues scale. Results were obtained by the colour measurement devices before and after the ageing test each releasing the diaphragms during exposing the examined samples on the light. Result of colour change were obtained in the colour system CIE L*a*b*. The measurements were done for PES fabrics destined on the outer layers of clothing.

Keywords: textiles, spectrophotometer, colorimeter